

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO CONSUMO DE ÁGUA NA CATEGORIA RESIDENCIAL EM JOINVILLE/SC

Lucas Rusche Neto



Lucas Rusche Neto

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO CONSUMO DE  
ÁGUA NA CATEGORIA RESIDENCIAL EM JOINVILLE/SC**

Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina para a  
Conclusão do Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e Ambiental.  
Orientador: Prof. Dr. Ramon Lucas  
Dalsasso.

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Neto, Lucas Rusche  
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO CONSUMO DE ÁGUA NA  
CATEGORIA RESIDENCIAL EM JOINVILLE/SC / Lucas Rusche Neto  
; orientador, Ramon Lucas Dalsasso - Florianópolis, SC,  
2016.  
163 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Inclui referências

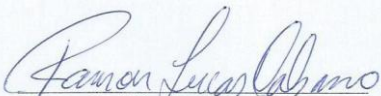
1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Abastecimento  
de água. 3. Consumo residencial. 4. Variação espacial e  
temporal do consumo de água. 5. Correlação de Pearson. I.  
Dalsasso, Ramon Lucas. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.  
III. Título.

Lucas Rusche Neto

## **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO CONSUMO DE ÁGUA NA CATEGORIA RESIDENCIAL EM JOINVILLE/SC**

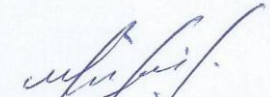
Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para a Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II.

Florianópolis, 30 de Novembro de 2016.

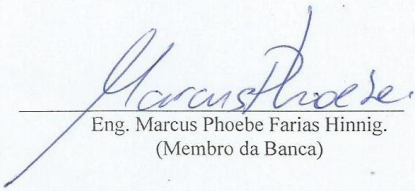


Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina.

### **Banca Examinadora:**



Prof. Dr. Mauricio Luiz Sens.  
(Membro da Banca)



Eng. Marcus Phoebe Farias Hinnig.  
(Membro da Banca)



Este trabalho é dedicado aos familiares, à minha namorada, aos professores e aos amigos, os quais foram fundamentais durante o período acadêmico da graduação.





## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Aos meus pais pela educação que me deram, por me incentivarem a estudar desde criança e pelo carinho e amor imensurável ao longo da minha vida. Bem como aos meus irmãos, que assim como meus pais, deram-me, carinho, amor, suporte além do companheirismo de sempre.

À minha namorada que desde o início da graduação esteve ao meu lado, apoiando, dando carinho e se fazendo presente nos momentos de dificuldade.

Aos amigos, dentro e fora da universidade, que foram fundamentais para tornar a graduação mais divertida, com os quais dividi alguns dos melhores momentos vividos até o presente momento.

Ao Professor Dr. Ramon Lucas Dalsasso, que além de ministrar duas matérias essenciais durante a graduação aceitou me orientar neste trabalho de conclusão de curso. E aos demais professores da graduação que foram de suma importância durante a graduação.

Ao Eng. Marcus Phoebe Farias Hinnig e ao Professor Dr. Maurício Luiz Sens, que aceitaram fazer parte da banca examinadora do trabalho e contribuíram para melhoria do mesmo.

Ao Eng. Luiz Carlos Dias pelo apoio com os dados no início do trabalho.

À Companhia Águas de Joinville, a qual forneceu as informações sobre o abastecimento de água em Joinville, necessárias a elaboração deste trabalho.

Por fim, a todos os envolvidos de alguma maneira nesta trajetória e que contribuíram no processo de formação.



## RESUMO

O Brasil é um país conhecido, dentre outros aspectos, pela abundância em recursos hídricos, no entanto a distribuição do mesmo é desigual no território nacional. A maior parcela da água doce superficial está em regiões do país com as menores concentrações populacionais. Além da disparidade na distribuição, as regiões com maiores concentrações populacionais sofrem com a estiagem em seus reservatórios e veem o nível dos mesmos cada vez menores. Somado a isto, a poluição dos mananciais e o crescimento populacional, que vem acompanhado da mudança no padrão de vida da sociedade e a verticalização dos grandes centros urbanos o que acarreta num aumento do consumo per capita de água. Isto posto, fica evidente o aumento na demanda e a defasagem na oferta deste recurso. Neste contexto, faz-se necessário que as companhias de abastecimento de água conheçam a dinâmica temporal e espacial do consumo de água da região que atendem, uma vez que com essas informações podem identificar regiões de maior e menor consumo, se essas regiões se alteram ao longo do tempo e como ocorre essa alteração. A partir disto, identificar fragilidades, pontos de perdas e desperdícios e então utilizar tais informações para planejar ampliações e melhorar o gerenciamento do sistema. Sendo assim, o presente trabalho busca entender e avaliar a dinâmica temporal e espacial do sistema de abastecimento de água de Joinville, Santa Catarina, na categoria residencial, no período compreendido entre janeiro 2011 e outubro de 2015. Para tal, utiliza-se dos dados fornecidos pela Companhia Águas de Joinville, informações públicas municipais e dados referentes aos aspectos físicos como relevo, temperatura e umidade. Com estes materiais, foram elaborados mapas identificando as regiões do município, principal uso do solo, posição da rede de abastecimento, regiões com maior número de ligações e com maior média de consumo. Avaliou-se também a correlação entre o consumo residencial médio e as variáveis tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média. Tal análise foi feita através do teste de correlação de Pearson, que apontou a existência de correlação entre as variáveis.

**Palavras – Chave:** Abastecimento de Água; Consumo Residencial; Variação espacial e temporal do consumo de água; Teste de Correlação de Pearson;



## ABSTRACT

Brazil is a country known, among other aspects, for the abundance in water resources, however the distribution of the same is unequal in the national territory. The largest share of surface freshwater is in regions of the country with the lowest population concentrations. In addition to the disparity in distribution, regions with higher population concentrations suffer from drought in their reservoirs and see their level becoming smaller and smaller. In addition to this, pollution of water sources and population growth, accompanied by the change in the standard of living of society and the verticalization of large urban centers which leads to an increase in per capita water consumption. The increase in demand and the lack of supply of this resource is evident. In this context, it is necessary for water companies to know the temporal and spatial dynamics of the water consumption of the region they serve, with this information they can identify regions of greater and smaller consumption, if these over time and how this change occurs. From this, identify weaknesses, points of loss and waste and then use such information to plan extensions and improve system management. Therefore, the present work seeks to understand and evaluate the temporal and spatial dynamics of the water supply system of Joinville, Santa Catarina, in the residential category, in the period between January 2011 and October 2015. To do so, Provided by Companhia Águas de Joinville, town public information and data referring to physical aspects such as relief, temperature and humidity. With these materials, maps were elaborated identifying the regions of the municipality, main use of the soil, position of the supply network, regions with greater number of connections and with greater consumption average. It was also evaluated the correlation between the average residential consumption and the variables average residential tariff, average temperature and relative humidity of the average air. This analysis was done through the Pearson correlation test, which pointed out the existence of a correlation between the variables.

**Keywords:** Water Supply, Residential Consumption, Spatial and temporal variation of water consumption, Pearson's Correlation Test.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sentido e Força da correlação, em termos do coeficiente r ..	35
Figura 2 - Localização de Joinville .....	40
Figura 3 - Município de Joinville .....	41
Figura 4 - Subdivisão das Regiões .....	43
Figura 5 - Rede de distribuição de água e ligações à rede em Joinville.	45
Figura 6 - Região Centro - Norte.....	48
Figura 7 - Pirabeiraba.....	48
Figura 8 - Regiões Zona Industrial Norte e Oeste .....	49
Figura 9 - Regiões Sudoeste e Sudeste.....	50
Figura 10 - Regiões Nordeste e Sul.....	51
Figura 11 – Região Leste.....	52
Figura 12 - Distribuição do Uso do Solo.....	54
Figura 13 - Relevo em Joinville .....	55
Figura 14 - Rede de Abastecimento e Relevo em Joinville.....	57
Figura 15 - Consumo Médios dos Verões .....	59
Figura 16 - Consumo médio dos invernos.....	59
Figura 17 - Gráfico de Consumo Mensal Médio por Ano.....	60
Figura 18 - Consumos Médios por Estação do Ano – Região Centro-Norte.....	66
Figura 19 – Temperatura Médio (°C) por Estações do Ano.....	67
Figura 20 – Umidade Relativa do Ar Média (%) por Estação do Ano..	68
Figura 21 – Normal P-Plot Temperatura Média – Região Centro-Norte .....	69
Figura 22 – Normal P-Plot Umidade Relativa do Ar Média (%) – Região Centro-Norte.....	69
Figura 23 – Normal P-Plot Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês) – Região Centro-Norte .....	70
Figura 24 – Normal P-Plot Tarifa Residencial Média – Região Centro-Norte.....	71
Figura 25 – Correlação Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio – Região Centro-Norte .....	72
Figura 26 – Correlação entre Umidade Relativa do Ar (%) x Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês) – Região Centro-Norte .....	73
Figura 27 – Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio – Região Centro-Norte .....	74
Figura 28 - Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano – Região Leste.....	79

Figura 29 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio – Região Leste .....	80
Figura 30 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média – Região Leste ...	81
Figura 31- Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste .....	82
Figura 32 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste .....	83
Figura 33 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste .....	84
Figura 34- Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano - Região Nordeste .....	89
Figura 35 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Nordeste .....	90
Figura 36 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Nordeste .....	90
Figura 37 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste.....	92
Figura 38 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste.....	93
Figura 39 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste.....	94
Figura 40 - Histograma do Consumo Médio por Estações do Ano - Região Oeste .....	99
Figura 41 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Oeste .....	100
Figura 42 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Oeste..	101
Figura 43 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Oeste .....	102
Figura 44 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Oeste .....	103
Figura 45 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Médio e Consumo Residencial Médio - Região Oeste. ....	104
Figura 46 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano - Pirabeiraba .....	109
Figura 47 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba .....	110
Figura 48 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Media – Pirabeiraba ....	110
Figura 49 - Correlação entre Tarifa Residencial Médio e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba .....	112



Figura 50 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba .....	113
Figura 51 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba .....	114
Figura 52 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano – Região Sudeste .....	119
Figura 53 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sudeste .....	120
Figura 54 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sudeste .....	121
Figura 55 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudeste .....	122
Figura 56 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudeste .....	123
Figura 57 – Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio – Região Sudeste .....	124
Figura 58 - Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano – Região Sudoeste .....	129
Figura 59 – Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste .....	130
Figura 60 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sudoeste .....	131
Figura 61 - Correlação entre Consumo Residencial Médio e Tarifa Residencial Médio - Região Sudoeste .....	132
Figura 62 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste .....	133
Figura 63 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste .....	134
Figura 64 - Histograma de Consumo Médio por Ano - Região Sul ....	139
Figura 65 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sul	140
Figura 66 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sul.....	140
Figura 67 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Média - Região Sul .....	142
Figura 68 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sul .....	143
Figura 69 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Sul .....	144
Figura 70 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano – Zona Industrial Norte .....	149

Figura 71 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte .....	150
Figura 72 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Zona Industrial Norte .....	151
Figura 73 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte.....	152
Figura 74 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte.....	153
Figura 75 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte.....	154



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores Críticos (dc) para os testes de Kolmogorov-Smirnov .....	33
Tabela 2 - Regiões e Bairros de Joinville.....	41
Tabela 3 - Resumo Uso do Solo por Região. ....	52
Tabela 4 – Médias Mensais – Região Centro-Norte .....	61
Tabela 5 – Médias de Consumo – Região Centro Norte. ....	64
Tabela 6– Temperatura e Umidade Relativa do Ar Média por Estações do Ano.....	66
Tabela 7- Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov – Região Centro-Norte .....	71
Tabela 8 – Resumo de Correlações da Região Centro – Norte .....	74
Tabela 9 – Médias Mensais – Região Leste .....	75
Tabela 10 – Médias de Consumo – Região Leste .....	77
Tabela 11 – Resumo Testes Kolmogorov-Smirnov – Região Leste .....	81
Tabela 12 - Resumo de Correlações Região Leste .....	85
Tabela 13 – Médias Mensais – Região Nordeste .....	85
Tabela 14 - Médias de Consumo – Região Nordeste .....	87
Tabela 15 - Resumo Testes Kolmogorov- Smirnov - Região Nordeste .....	91
Tabela 16 - Resumo de Correlações - Região Nordeste.....	95
Tabela 17 – Médias Mensais – Região Oeste .....	95
Tabela 18- Médias de Consumo - Região Oeste .....	97
Tabela 19 - Resumo Teste de Normalidade Kolmogorov - Smirnov - Região Oeste .....	101
Tabela 20 - Resumo de Correlações - Região Oeste .....	105
Tabela 21 – Médias Mensais – Pirabeiraba.....	105
Tabela 22 - Médias de Consumo - Pirabeiraba .....	107
Tabela 23 - Resumo Teste de Normalidade Kolmogorv-Smirnov - Pirabeiraba .....	111
Tabela 24 - Resumo de Correlações - Pirabeiraba .....	115
Tabela 25 – Médias Mensais – Região Sudeste .....	115
Tabela 26 - Médias de Consumo - Região Sudeste.....	117
Tabela 27 - Resumo do Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sudeste .....	121
Tabela 28 - Resumo de Correlações - Região Sudeste.....	125
Tabela 29 – Médias Mensais – Região Sudoeste .....	125
Tabela 30 - Médias de Consumo - Região Sudoeste.....	127
Tabela 31 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sudoeste. ....	131

Tabela 32 - Resumo de Correlações - Região Sudoeste. ....	135
Tabela 33 - Médias Mensais - Região Sul .....	135
Tabela 34 - Médias de Consumo - Região Sul .....	137
Tabela 35 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sul .....	141
Tabela 36 - Resumo de Correlações - Região Sul .....	145
Tabela 37 - Médias Mensais - Zona Industrial Norte .....	145
Tabela 38 - Médias de Consumo - Zona Industrial Norte .....	147
Tabela 39 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Zona Industrial Norte .....	151
Tabela 40 - Resumo de Correlações - Zona Industrial Norte .....	155
Tabela 41 - Resultados das Correlações nas Regiões. ....	155



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	23
1.1.	OBJETIVOS .....	24
1.1.1.	Objetivo Geral .....	24
1.1.2.	Objetivos Específicos .....	25
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	25
2.1.	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	25
2.1.1.	Definições .....	25
2.1.2.	Setorização do Sistema de Abastecimento .....	26
2.1.3.	Zona de Pressão .....	26
2.2.	CONSUMO DE ÁGUA E SUAS CATEGORIAS.....	27
2.2.1.	Fatores que influenciam no Consumo de Água .....	29
2.3.	TESTE NÃO PARAMÉTRICO KOLMOGOROV-SMIRNOV 31	
3.	METODOLOGIA.....	35
3.1.	DADOS DE CONSUMO .....	36
3.2.	DADOS ESPACIAIS E FÍSICOS .....	36
3.3.	DADOS MUNICIPAIS .....	37
3.4.	ANÁLISE DOS DADOS.....	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1.	CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL E DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	39
4.2.	AVALIAÇÃO DO CONSUMO NAS REGIÕES DE JOINVILLE.....	61
4.2.1.	Centro – Norte .....	61
4.2.2.	Leste .....	75
4.2.3.	Nordeste.....	85
4.2.4.	Oeste .....	95
4.2.5.	Pirabeiraba.....	105
4.2.6.	Sudeste.....	115
4.2.7.	Sudoeste.....	125
4.2.8.	Sul.....	135
4.2.9.	Zona Industrial Norte.....	145
5.	CONCLUSÕES .....	157
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159
	ANEXO I – MACROZONEAMENTO URBANO DE JOINVILLE.	162





## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem sofrendo nos últimos anos com a estiagem, conseqüentemente com a diminuição do volume de água em seus reservatórios e a necessidade de racionamento, realidade observada com maior ênfase na região Sudeste, mas que se estendeu também para outras regiões do país. Isto pois, apesar de ser um país com abundância de água doce, a distribuição da mesma no território nacional é desigual, haja vista que a maior parte deste insumo está nas regiões com menor concentração populacional, como por exemplo na Amazônia.

Além do fato das regiões nacionais com maior concentração populacional disporem de menor quantidade de recursos hídricos, muitas das vezes os sistemas que abastecem os grandes centros não são preservados e sofrem com a poluição, ocupação e impermeabilização do solo e de pontos de recarga de mananciais, entre outros agravantes, que dificultam a manutenção dos reservatórios e em alguns casos encarece ou até mesmo impossibilitam o uso do insumo para abastecimento público.

Além disso, a situação é agravada pelo aumento populacional, mudança no padrão de vida, verticalização dos grandes centros que acarretam no aumento consumo per capta. Um exemplo disto é a região metropolitana de São Paulo, onde de 2004 a 2013 o consumo dos municípios atendidos pela Sabesp aumentou 26%, o crescimento populacional foi 150 mil pessoas/ano e a produção de água tratada cresceu somente 9% no mesmo período. Os padrões de consumo na região se elevaram em dez anos, o consumo per capta passou de 150 litros/dia para 165 litros/ dias. (LEITE et.al,2015).

Outro fator relevante são os conflitos pelo uso da água, isto pois há diversos usuários em uma mesma bacia hidrográfica, ou até mesmo em um mesmo manancial, com interesses de uso diversos como industrial, agrícola, lançamento de efluentes, abastecimento público entre outros. Todos estes usuários desejam usufruir da água em boa qualidade e de maneira a atender suas necessidades.

Tendo em vista o cenário de escassez a nível nacional, o aumento do consumo per capta, as mudanças sociais e os diversos interesses sobre a água é preciso que o governo, iniciativa privada e sociedade estejam conscientes da necessidade de poupar tal recurso, de modo a garantir que esteja disponível para as próximas gerações em boa quantidade e qualidade.

Neste contexto, além de políticas públicas voltadas à gestão de recursos hídricos e incentivar a economia por parte da população, faz-se necessário que as companhias de abastecimento identifiquem pontos perdas e desperdício em seus sistemas, bem como entendam a dinâmica temporal do mesmo e conheçam as especificidades no consumo de água nos diferentes tipos de ligações (residenciais, industriais, comerciais e mistas). Isto pois, com tais informações é possível detectar as regiões de maior consumo, verificar se houve mudanças nessas regiões ao longo do tempo e, portanto, planejar de maneira mais eficiente a operação, manutenção e expansão da rede de abastecimento. Atualmente as companhias de abastecimento sofrem com a falta de planejamento em seus sistemas, ampliando-os sem estar ciente da dinâmica inerente ao mesmo, o que gera problemas como desabastecimento da população, aumento das perdas, maior necessidade de reparo na rede entre outros. Desta maneira, o estudo espacial e temporal do consumo permite conhecer o sistema e identificar algumas destas fragilidades, possibilitando então, planejá-lo e definir melhorias.

Diante do exposto, com os dados fornecidos pela Companhia Águas de Joinville, busca-se caracterizar as variações espaciais e temporais do consumo de água no município de Joinville, nas ligações residenciais. Para tal, utiliza-se os dados de consumo de água entre janeiro de 2011 e outubro de 2015, bem como as informações sobre a rede de abastecimento e seus setores, fornecidas pela Companhia Águas de Joinville, e informações públicas sobre a cidade.

Ao analisar os dados, espera-se identificar se houve e de que maneira ocorreu a variação no consumo de água neste período. Com isto, buscar relacioná-las com fatores físicos, como temperatura e umidade, com fatores econômicos, avaliando a tarifária no período de estudo e por fim identificar uma possível relação entre o consumo de água na categoria residencial com a tarifa residencial média, a temperatura média e a umidade relativa do ar média. Os resultados irão expor a dinâmica do sistema de abastecimento de água de Joinville, durante o período analisado, e poderão ser utilizados posteriormente.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Caracterizar as variações espaciais e temporais do consumo de água na cidade de Joinville considerando a categoria residencial.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Entender a configuração do sistema de abastecimento de água de Joinville em função do relevo e do zoneamento urbano.
- Avaliar a correlação entre o consumo e a tarifa aplicada ao longo do tempo na categoria residencial
- Avaliar a variação do consumo em função da temperatura e umidade na categoria residencial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

#### 2.1.1. Definições

“Um sistema de abastecimento de água é um conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos”. (TSUTIYA, 2006).

Para Porto (2006), “Um sistema de distribuição de água é o conjunto de tubulações, acessórios, reservatórios, bombas e etc., que tem a finalidade de atender, dentro de condições sanitárias, de vazão e pressão convenientes a cada um dos diversos pontos de consumo de uma cidade ou setor de abastecimento”.

Segundo Brasil (2005), o sistema de abastecimento de água para consumo humano é um conjunto de obras civis, matérias e equipamentos voltados à produção e à distribuição por meio de canalizações de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que esteja sendo administrada em regime de concessão ou permissão.

### 2.1.2. Setorização do Sistema de Abastecimento

Segundo Tsutiya (2006), os setores são divididos conforme a demanda de vazão, a configuração da rede existente, dos reservatórios contidos e estações elevatórias contidos na rede, levando-se em consideração também vias principais e rios. Conforme o autor se considera também conveniências para operação e manutenção da rede, além das condições topográficas.

Um setor de abastecimento leva em consideração a região de influência das suas instalações – como reservatórios, elevatórias, booster, entre outro. Além disto, deve considerar a topografia da região, bem como as características inerentes aos consumidores da área de influência. Tais parâmetros são importantes na definição da localização dos reservatórios a serem implantados, bem como no dimensionamento da rede de distribuição. (MOTTA, 2010)

Consoante a Fonseca (2011), a setorização é a divisão do sistema de abastecimento em regiões chamadas de zonas pitométricas. Tal separação é feita para se ter um maior controle sobre as pressões e as vazões na rede de abastecimento dentro destas zonas. O referido autor cita como benefícios da setorização o conhecimento do consumo nos setores, que permite o controle e acompanhamento dos mesmos, maior velocidade de resposta em casos de necessidade de intervenções no sistema, para reparos, por exemplo, a economia devido à minimização de perdas e conhecimento dos perfis de consumo e uma visão estruturada e sistêmica da rede de abastecimento.

Conforme Fávero e Suzuki (1987), os setores de abastecimento são projetados baseados nas zonas de influência de um reservatório enterrado e elevado. Os autores ressaltam que a setorização do sistema de abastecimento é benéfico à empresa que controla a distribuição de água e ao consumidor. Isto pois, com a setorização a empresa pode ter maior controle operacional, reduzindo os problemas de perdas e conseqüentemente tem há uma melhoria na sua imagem perante a sociedade. Os benefícios aos consumidores são a qualidade e regularidade do abastecimento, que gera maior confiabilidade no sistema.

### 2.1.3. Zona de Pressão

Consoante a Norma Técnica NBR 12218/1994, as zonas de pressão são áreas dos setores de abastecimento nas quais são obedecidos limites prefixados de pressão estática e pressão dinâmica. A referida normativa estabelece que as redes de distribuição podem estar submetidas a uma pressão estática máxima de 500kPa e a uma pressão dinâmica mínima de 100kPa. No entanto, o descumprimento destes limites pode ser aceito desde que justificados técnica e economicamente.

Em um mesmo setor de abastecimento é possível ter mais de uma zona de pressão, as quais serão definidas conforme a configuração topográfica da região que deverá ser abastecida. A partir do ponto de alimentação da do setor – reservatório, estação elevatória, entre outros – define-se as pressões máximas e mínimas, levando-se em consideração a topografia e o consumo da região que será atendida. Caso a pressão máxima ou mínima não satisfaça os limites pré-fixados há necessidade de usar equipamentos, como boosteres ou válvulas redutoras de pressão, que garantam as condições pré-estabelecidas e o abastecimento satisfatório. (MOTTA, 2010)

Segundo Galvão (2007), zona de pressão é definida como:

Área estanque, da rede de distribuição, com limites permanentes, submetida a pressões definidas a partir das fontes principais de alimentação do setor (reservatório ou adutora), que geralmente adquire as denominações de Zona Baixa, Zona Alta, Zona Média ou zona abastecida por derivação direta do sistema adutor (derivação em marcha). (GALVÃO, 2007, p.126)

## 2.2. CONSUMO DE ÁGUA E SUAS CATEGORIAS

O crescimento das cidades e o desenvolvimento da vida humana sempre tiveram íntima ligação com a água, que pode ser observado em fatos históricos. Consoante a Tundisi (2011, apud BOSCALLIA, 2013), a água sempre foi um elemento substancial para manutenção da vida humana no planeta Terra. Logo, evidencia-se que o desenvolvimento da população humana depende deste recurso. Contudo, apesar da clara dependência para a sobrevivência e para o progresso, as sociedades têm contribuído paulatinamente para diminuição da quantidade e qualidade deste recurso, em função do consumo exacerbado, aliado aos altos níveis

de poluição e degradação que se observa nas águas superficiais e subterrâneas em diversas localidades do mundo.

Entretanto segundo Ribeiro (2008, apud BOSCAGLIA, 2013) a nível mundial os maiores consumidores de água são os sistemas produtivos industriais e agrícolas. A produção de mercadorias para satisfazer as necessidades da crescente sociedade de consumo, cada vez mais urbana, tem provocado uma tensão ambiental entre o ritmo natural de reposição da água e o desenvolvimento da sociedade consumista de bens materiais.

Conforme Heller e Pádua (2010) em virtude dos diversos fatores que determinam o consumo de água, o consumo *per capita* de água no Brasil possui uma ampla faixa de variação, indo de menos de 100 até 500 L/hab.dia. Desta maneira, observa-se na região Sudeste os maiores usos per capita de água, com médias oscilando entre 150 e 200 l/hab.dia. No ano de 2014, o consumo per capita na Região Norte foi de 154,2 l/hab.dia, na Região Nordeste foi 118,9 l/hab.dia, Sudeste 187,9 l/hab.dia, Sul 153,6 l/hab.dia e Centro Oeste 158,8 l/hab.dia, obtendo como média de consumo no Brasil 162,0 l/hab.dia. Todas as regiões do Brasil apresentaram uma diminuição no consumo em relação aos três últimos anos, exceto a Região Sul que apresentou um aumento de 1,8% em relação a sua média dos últimos anos. (SNIS, 2014)

O consumo de água pode ser dividido em categorias, conforme seu uso principal, sendo elas o consumo doméstico, o consumo comercial, o consumo industrial e o consumo público. Tal divisão é válida visto que estas categorias são facilmente identificáveis. (TSUTIYA, 2006). Consoante a Fernandes Neto (2003), “A água destinada ao consumo doméstico inclui as parcelas referentes à ingestão e preparo de alimentos e à higiene e lavagem, em geral”. Consoante a Tsutiya (2006), o consumo doméstico é o que apresenta menor variabilidade de consumo, se comparado as demais categorias propostas.

O consumo comercial e industrial está vinculado ao uso da água em atividades produtivas e de serviços como shoppings, lojas, comércios, hotéis, restaurantes e demais atividades afins. Segundo Barros et al (1995, apud FERNANDES NETO, 2003) as águas que estão vinculadas ao uso industrial são utilizadas como matéria prima, para resfriamento, em instalações sanitárias e refeitórios ou consumida no processo. Consoante Tsutiya (2006), “as categorias comercial e industrial são mais heterogêneas, ocorrendo desde pequenos consumidores de água como bares, padarias e pequenas indústrias

artesanais, até grandes consumidores de água como shopping center e indústrias de bebida”.

O consumo público de água é aquele voltado às estruturas de utilização comum, como aeroportos, terminais rodoviários, chafarizes, bebedouros, fontes, prevenção de incêndios, na irrigação de jardins públicos, aplicada a limpeza das vias e demais atividades. Além disto, entra nesta categoria o abastecimento de órgãos públicos como hospitais, prefeitura, escolas, entre outros. (HELLER, PÁDUA, 2010)

### 2.2.1. Fatores que influenciam no Consumo de Água

O consumo de água nas categorias supramencionadas pode ser influenciado por diversos fatores como (TSUTIYA; HELLER E PÁDUA; 2006; 2010):

#### a. Condições Climáticas;

Em geral, o consumo de água em regiões mais quentes é maior quando comparado às regiões mais frias. A influência da temperatura, normalmente, pode ser observada pelo aumento do consumo de água no verão, em uma mesma região, visto que se utiliza mais água para banho e rega de jardins, por exemplo. Observa-se também que em regiões mais secas há um maior consumo de água em relação às regiões mais úmidas, caracterizando portanto, uma influência da umidade no consumo de água. Além destes, o índice pluviométrico também pode ser influenciar no consumo de água.

#### b. Hábitos e nível de vida da população;

Os hábitos e o nível socioeconômico da população está intimamente ligado ao consumo, isto pois atividades como banhos, uso de piscinas, máquinas de lavar louça, máquinas de lavar roupa, irrigação de jardins (públicos ou privados), lavagem de carros, lavagem de pisos e demais atividades interferem na quantidade de água utilizada. Quanto maior for o poder econômico e social, maior será a utilização de água, devido aos seus hábitos e equipamentos que trazem conforto e facilidades.

#### c. Natureza da Cidade;

As características e principais atividades da cidade influenciam diretamente no consumo de água. Cidades mais industriais apresentam maior consumo *per capita* de água, devido ao alto consumo no processo industrial. Núcleos urbanos predominantemente residenciais apresentam menor consumo, entretanto, algumas particularidades podem influenciar, como por exemplo, o potencial turístico.

d. Medição de Água;

A presença de hidrômetros é importante para fomentar a diminuição do desperdício de água. Em cidades que não possuem sistema de medição o consumo *per capita* é mais elevado em relação a cidades com características semelhantes e que possuem sistema de medição.

e. Pressão;

O consumo de água é afetado diretamente pela pressão de abastecimento. No entanto, a pressão nos pontos de oferta de água dos consumidores depende do tipo de abastecimento predial de água fria. Para isto, a Norma Técnica NBR 5626 divide o abastecimento predial de água fria em dois tipos: direto e indireto.

A decisão em adotar um dos tipos depende de características do consumo predial, da oferta de água – disponibilidade de vazão, pressão, constância de abastecimento – necessidade de reservação entre outros aspectos. O abastecimento direto, consiste na ligação contínua do sistema de alimentação predial com a rede pública de abastecimento de água, ou seja, sem um reservatório predial intermediário. Em contrapartida o sistema indireto é aquele em que há um reservatório predial de água entre a rede pública de abastecimento água e o sistema de abastecimento predial. (ABNT, 1998).

No caso do abastecimento predial direto, o consumo de água aumenta conforme a pressão na rede de abastecimento. Sendo assim, as redes de distribuição devem garantir o abastecimento de água aos consumidores, mas trabalhando com a menor pressão possível. Neste aspecto a topografia do município pode condicionar as redes de distribuição a maiores pressões, implicando em um maior consumo.



Quando o abastecimento predial ocorre de maneira indireta, há a quebra da pressão da rede pública de abastecimento na entrada da água no reservatório. Sendo assim, o abastecimento predial estará sujeito à pressão determinada em projeto. Desta maneira, a pressão deve ser quão menor possível, respeitando os limites mínimos de pressão nos pontos, isto pois, conforme a NBR 5626 ABNT (1998), uma pressão excessiva nas peças de utilização acarretam em um aumento do consumo de água, visto que a vazão neste caso depende diretamente da pressão.

f. Rede de Esgoto;

A existência de rede coletora de esgoto influencia no consumo de água nas cidades, isto pois, em regiões que possuem cobertura do sistema de coleta há uma despreocupação da população com a capacidade do seu sistema de disposição de efluente, como exemplo tanques sépticos, o que acarreta num aumento do consumo.

g. Preço da Água;

O preço da água é um fator limitante ao consumo, medidas como o aumento progressivo da tarifa devido ao uso exacerbado de água, contribuem para a diminuição do desperdício de água. Consoante Narchi (1989), dentre as variáveis que influenciam na demanda doméstica de água, o preço é uma das que apresentam maior destaque. Segundo este autor, para um grupo de consumidores, com renda conhecida, o aumento do preço da água pode acarretar em uma diminuição do consumo, bem como a diminuição do preço, pode gerar um efeito contrário.

### 2.3. TESTE NÃO PARAMÉTRICO KOLMOGOROV-SMIRNOV

Consoante a Barbetta, Reis e Bornia (2010), os testes não paramétricos são úteis quando os dados submetidos a análise tem nível de mensuração qualitativo (ordinal ou nominal), quando tem nível de mensuração quantitativo, porém há indícios de que a distribuição difere da normal ou quando se tem interesse em realizar inferências sobre outras características da população de interesse, além dos parâmetros de distribuição, como a própria forma dela. Segundo estes mesmo autores, o teste Kolmogorov-Smirnov é viável para situações em que se deseja

verificar a aderência de um conjunto de valores a uma distribuição especificada.

Segundo Siegel (1975), a prova de Kolmogorov-Smirnov diz respeito ao grau de aderência entre uma distribuição amostral a uma distribuição teórica específica. Sendo assim, determina se os valores de uma amostra podem ser considerados como provenientes de uma população com a distribuição teórica escolhida.

Conforme Barbetta, Reis e Bornia (2010), pode-se considerar que uma amostra provém de uma população que adere a distribuição escolhida desde que a distância entre a distribuição teórica e a observada não seja exacerbada. A prova de Kolmogorov-Smirnov, focaliza a maior diferença entre as distribuições, o qual é chamada de desvio máximo. (SIEGEL,1975)

$$d = \text{máximo } |F_0(X) - S_n(X)|$$

Onde  $F_0(X)$  é a distribuição de frequência acumulada teórica e  $S_n(X)$  distribuição de frequência acumulada de uma amostra com (n) observações.

A fim de verificar se pode ser considerados que os dados amostrais aderem à distribuição escolhida, deve-se comparar o valor da distância máxima (d) a valores críticos ( $d_c$ ), conhecidos da distribuição escolhida, de acordo com a significância ( $\alpha$ ) escolhida e o tamanho (n) da amostra. (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010). A Tabela 1 traz os valores críticos ( $d_c$ ) para o teste Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 1 - Valores Críticos (dc) para os testes de Kolmogorov-Smirnov

<b>n</b>	<b><math>\alpha = 5\%</math></b>	<b><math>\alpha = 1\%</math></b>
1	0,975	0,995
2	0,842	0,929
3	0,708	0,829
4	0,624	0,734
5	0,563	0,669
6	0,519	0,617
7	0,483	0,576
8	0,454	0,542
9	0,430	0,513
10	0,409	0,490
11	0,391	0,468
12	0,375	0,449
13	0,361	0,432
14	0,349	0,418
15	0,338	0,404
16	0,327	0,392
17	0,318	0,381
18	0,309	0,371
19	0,301	0,361
20	0,294	0,352
25	0,264	0,317
30	0,242	0,290
35	0,224	0,269
40	0,210	0,252
45	0,198	0,238
50	0,188	0,227
n>50	$d_c = 1,36/(n)^{1/2}$	$d_c = 1,63/(n)^{1/2}$

Fonte: BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010

De acordo com a Tabela 1, encontra-se o valor crítico referente a amostra em análise, considerando-se a significância escolhida e o tamanho da amostra e se compara ao valor de distância máxima (d) calculado e se toma a decisão de acordo com a regra subsequente, conforme Barbetta, Reis e Bornia (2010):

Se  $d < d_c$ , há aderência à distribuição especificada;

Se  $d > d_c$ , não há aderência à distribuição especificada;

## 2.4. CORRELAÇÃO DE PEARSON

Conforme Barbetta, Reis e Bornia (2010), a correlação é uma associação numérica entre duas variáveis, a qual não implica necessariamente na relação de causa e efeito. As correlações em geral são feitas em caráter exploratório. Segundo estes autores o coeficiente de correlação de Pearson, exprime a correlação linear entre duas variáveis aleatórias.

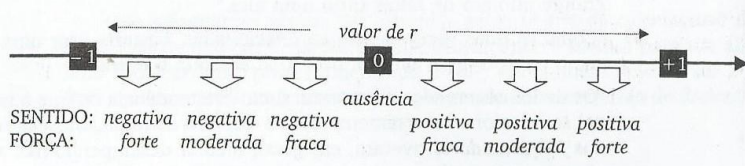
Os autores Figueiredo Filho e Júnior (2010), resumem o coeficiente de correlação de Pearson em uma frase: “o coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) é uma medida de associação linear entre variáveis”.

O valor do coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1, sendo que o sinal indica se a correlação é linear positiva ou negativa. Quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente, mais forte será a correlação entre as variáveis, independente do sinal do mesmo. Quando o coeficiente assume valor 1 indica uma correlação positiva perfeita, e quando for -1 indica uma correlação perfeita negativa. (BARBETTA;REIS E BORNIA; FIGUEIREDO FILHO E JÚNIOR; 2010;2010)

Para aplicar o teste de correlação de Pearson é necessário utilizar variáveis quantitativas e os dados devem estar normalmente distribuídos. O coeficiente não leva em consideração qual a variável dependente e a independente, haja visto que há correlação mútua entre elas.(FIGUEIREDO FILHO E JÚNIOR; 2010)

Barbetta, Reis e Bornia (2010), interpretam a magnitude do coeficiente  $r$  de Pearson em termos do sentido, positivo ou negativo, e da força, fraca ou forte, em uma reta, exposta na Figura 1, subsequente.

Figura 1 - Sentido e Força da correlação, em termos do coeficiente r



Fonte: (BARBETTA, REIS E BORNIA;2010)

A interpretação do coeficiente de correlação de Pearson é importante, uma vez que dificilmente obtém-se como resultado os valores 1 ou -1, na prática. (FILHO E JÚNIOR; 2010). Consoante a Cohen (1988; apud FILHO E JÚNIOR,2010) os valores do coeficiente entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos, entre 0,30 e 0,49 considerados médios e os valores entre 0,50 e 1 interpretados como grandes.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo sobre a distribuição espacial e temporal do consumo de água na categoria residencial em Joinville, Santa Catarina. Deste modo, busca-se avaliar se houve variação no consumo de água para tal categoria, tanto no tempo, quanto espacialmente no município durante o período compreendido entre em janeiro de 2011 e outubro de 2015.

Para tal, utilizou-se do banco de dados de consumo fornecido pelo setor comercial da Companhia Águas de Joinville, por meio eletrônico, em planilha Excel. O referido arquivo contém o consumo mensal de cada ligação à rede, nas categorias residencial, comercial, industrial e pública – no período de Janeiro de 2011 à Outubro de 2015.

Neste arquivo há também matrícula da ligação, código de localização, endereço e informações referentes ao hidrômetro, como data de fabricação, data de instalação, existência de proteção ao cavalete, além de especificar se o consumidor possui fonte própria de água. Apesar dos diversos dados contidos, para alcançar o objetivo do presente trabalho, foram utilizados os valores mensais de consumo, bem como o endereço das ligações.

Além disto, a Companhia Águas de Joinville forneceu um arquivo com a tarifa praticadas ao longo do período do banco de dados nas diferentes categorias. Tal informação foi utilizada para avaliar a correlação entre o consumo médio e a tarifa média.

### 3.1. DADOS DE CONSUMO

Foram avaliados os dados de consumo da categoria residencial a fim de determinar um limite máximo de consumo a ser considerado. Isto pois, dentre os dados haviam valores exacerbados provenientes de erros de leitura/medição ou consumos considerados anormais devido à problemas nos consumidores, entre outros motivos.

Sendo assim, foram analisadas as ligações com 01 economia residencial, onde se adotou como limite máximo de consumo até 50m<sup>3</sup>/mês, logo foram excluídas as ligações que apresentavam consumo mensal superior a este valor. Tal limite foi estabelecido considerando um consumo médio de 160 l/hab.dia, consoante ao SNIS 2014, e número máximo de 10 pessoas em uma economia residencial o que resulta em um consumo de 48m<sup>3</sup>/mês, sendo assim optou-se por utilizar um valor um pouco acima de 50 m<sup>3</sup>/mês.

Posterior à definição dos limites, separou-se a categoria residencial das demais e o tipo de ligação que foi analisada, conforme descrito acima. Além disto, foram aplicados filtros para exclusão dos valores que excediam os limites adotados. Após aplicação do filtro, separaram-se as informações de consumo em regiões, e calculada a média de consumo para cada mês, de janeiro de 2011 a outubro de 2015, para cada uma das regiões segregadas.

Em posse das informações de tarifa aplicadas no período do banco de dados, a partir das informações de consumo mensal médio, calculou-se também a tarifa residencial média para cada mês, em cada região, para que posteriormente fosse verificada a correlação entre as variáveis.

### 3.2. DADOS ESPACIAIS E FÍSICOS

Além do banco de dados de consumo a Companhia Águas de Joinville forneceu dados espaciais georreferenciados da rede de água, hidrômetros, logradouros, setores comerciais e censitários do município de Joinville. Os dados referentes ao relevo na região foram obtidos junto

ao site da EPAGRI/CIRAM, a carta topográfica da região, disponível no site, tem escala 1:50.000 e parte da cota 20m.

Utilizou-se o software ArcGIS para editar os dados espaciais fornecidos, sobrepô-los à carta topográfica e criar mapas a partir das informações contidas nestes arquivos.

Os dados físicos de temperatura e umidade relativa do ar no período de Janeiro de 2011 a Outubro de 2015 foram obtidos através do site do Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais – SONDA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

O município de Joinville possui uma estação do tipo solarimétrica, parceira do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, a qual capta dados de radiação, temperatura na superfície (°C), umidade relativa do ar (%), pressão (mbar), velocidade do vento (m/s) e direção do vento. Os dados são captados diariamente, minuto a minuto pela estação e disponibilizados no site em uma planilha Excel.

Sendo assim, foi calculada a média mensal da temperatura na superfície (°C) e da umidade relativa do ar (%) e organizados no período igual ao do banco de dados do consumo de água em Joinville.

### 3.3. DADOS MUNICIPAIS

Os dados referentes à infraestrutura, uso principal do solo, Macrozoneamento Urbano, características dos bairros e regiões municipais foram obtidos pelo website da Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville. Alguns deles estavam em arquivos no formato .pdf e outras diretamente no website do instituto.

Tais informações foram utilizadas para caracterizar os bairros e regiões municipais, a partir delas foram produzidas figuras baseadas no uso principal do solo e comparadas ao plano diretor municipal. Ademais os dados referentes à cidade foram utilizados para entender a configuração da rede de abastecimento de água com relação ao que está descrito no plano diretor.

### 3.4. ANÁLISE DOS DADOS

Em posse dos dados de consumo residencial médio nas regiões, tarifa residencial média e das médias de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Joinville, dentro do período de interesse, organizou-

se estes dados em um arquivo de Excel de modo que cada uma das informações ficou em uma coluna.

Posterior a isto, foram feitas análises descritivas dos dados mensais de consumo residencial médio, tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média, indicando a média de consumo, menor e maior consumo na região além do desvio padrão da média para cada região durante todo o período.

Ademais, foram verificadas a aderência da distribuição dos dados das variáveis supramencionadas ao padrão da distribuição normal, através do teste Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 5%. Para determinação da normalidade, utilizou-se de gráficos P-Plot e também da comparação do resultado do teste (K-S d), que é a distância entre a distribuição da amostra e a distribuição normal teórica, com o valor da distância crítica ( $d_c$ ) aceitável ao nível de significância escolhido.

Como os dados são as médias de consumo, tarifa, temperatura e umidade relativa do ar para cada mês entre janeiro de 2011 e outubro de 2015, há uma amostra com 58 dados. Consoante a Imagem 1, ao nível de significância de 5%, a distância crítica ( $d_c$ ) para amostras com mais de 50 dados é dada pela equação  $d_c=1,36/(n)^{1/2}$ , onde “n” é o tamanho da amostra.

Isto posto, como são utilizadas amostras com 58 dados, o valor da distância crítica para as análises é de 0,178, sendo assim aceita-se que os dados aderem a distribuição normal sempre que o valor K-S d, dado pelo teste Kolmogorov-Smirnov, for menor que 0,178 e que o p-valor do teste for maior que a significância escolhida.

Quando constatada a normalidade dos dados, foi aplicado o teste de correlação de Pearson, também ao nível de significância de 5%, a fim de verificar a existência da correlação entre o consumo residencial médio e cada uma das demais variáveis (tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média), e qual a magnitude desta correlação. Os procedimentos supramencionados foram realizados no software STATISTICA. Para este teste, aceita-se que há correlação sempre que o p-valor do teste for menor que a significância escolhida de 5% e se mensura a correlação através do coeficiente de correlação (r).

Além disto, foram calculadas a média geral de consumo, as médias anuais, e a média conforme a estação do ano para cada região. Para esta última análise, os dados foram agrupados conforme as estações do ano, considerando a seguinte segregação:



- Verão: Dezembro, Janeiro e Fevereiro;
- Outono: Março, Abril e Maio;
- Inverno: Junho, Julho e Agosto;
- Primavera: Setembro, Outubro e Novembro;

No entanto, cabe ressaltar que as estações de verão de 2011 e primavera de 2015 ficaram com defasagem de dados. Isto pois, conforme a divisão estabelecida e o período do banco de dados fornecido não havia informações referentes ao consumo de dezembro de 2010 e novembro de 2015.

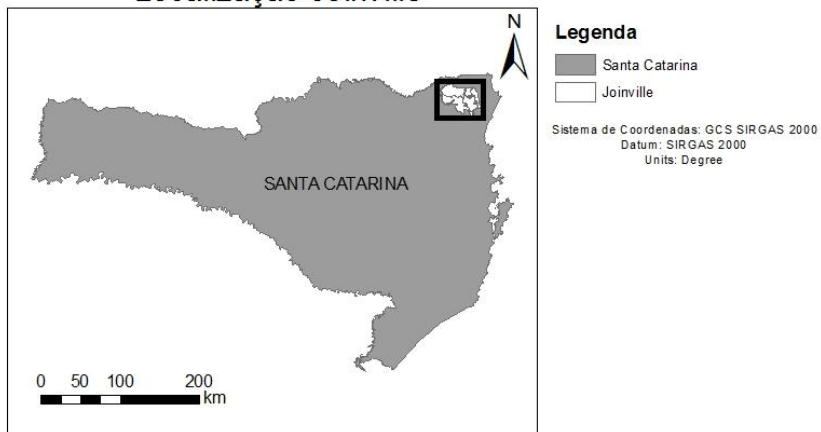
## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL E DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Joinville é um município da região norte do estado de Santa Catarina que tem como base econômica a indústria, seguida pelo turismo e comércio (SANTA CATARINA, 2016). Segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2016, a população total do município é de 569.645 habitantes, os quais estão distribuídos entre a zona rural e urbana de Joinville (BRASIL,2016).

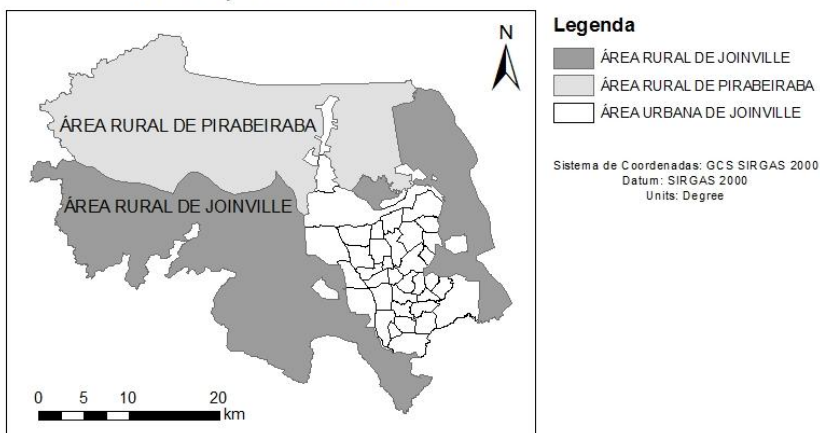
Figura 2 - Localização de Joinville

### Localização Joinville



Fonte: próprio autor

Figura 3 - Município de Joinville  
Município de Joinville



Fonte: próprio autor

A prefeitura municipal de Joinville divide o município em oito regiões administrativas, as quais possuem suas subprefeituras, são elas: Centro-Norte, Leste, Nordeste, Oeste, Pirabeiraba, Sudeste, Sudoeste e Sul. Tais regiões abrangem os bairros da área urbana e rural de Joinville. Subsegue a Tabela 2 dos bairros contidos em cada uma das regiões supramencionada.

Tabela 2 - Regiões e Bairros de Joinville

REGIÃO	BAIRROS
<b>Centro-Norte</b>	América
	Anita Garibaldi
	Atiradores
	Bom Retiro
	Bucarein
	Centro
	Costa e Silva

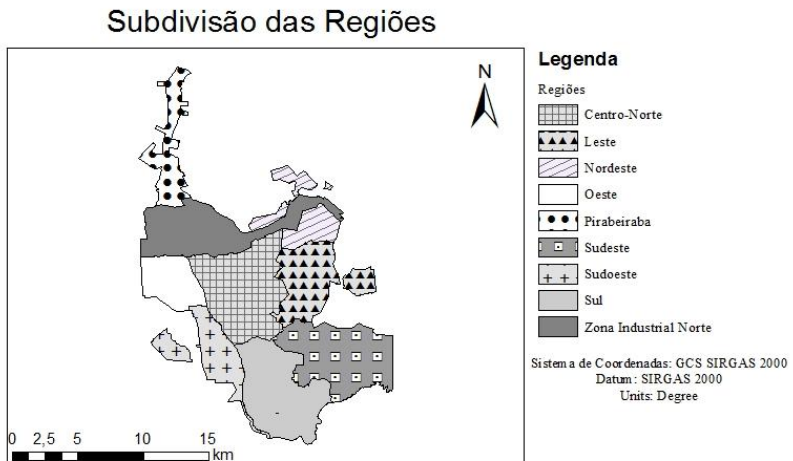
	Glória
	Saguaçu
	Santo Antônio
	Zona Industrial Norte (Parte)
<b>Leste</b>	Boa Vista
	Comasa
	Espinheiros
	Iririú
	Jardim Iririú
	Zona Industrial Tupy
<b>Nordeste</b>	Aventureiro
	Jardim Paraíso
	Jardim Sofia
	Vila Cubatão
	Vigorelli – Área rural
	Zona Industrial Norte (parte)
<b>Oeste</b>	Vila Nova
	Zona Industrial Norte (parte)
<b>Pirabeiraba</b>	Área Rural de Pirabeiraba
	Área Rural do Rio do Júlio
	Dona Francisca
	Pirabeiraba Centro
	Rio Bonito
	Zona Industrial Norte (parte)
<b>Sudeste</b>	Adhemar Garcia
	Fátima
	Guanabara
	Jarivatuba
	João Costa
	Morro do Amara – Área rural
	Paranaguamirim
	Ulysses Guimarães
<b>Sudoeste</b>	Morro do Meio
	Nova Brasília
	São Marcos
<b>Sul</b>	Boehmerwald
	Floresta
	Itaum

	Itinga
	Parque Guarani
	Petrópolis
	Profipo
	Santa Catarina

Fonte: Joinville Bairro a Bairro 2015

Como pode ser observado na tabela acima, a Zona Industrial Norte possui parte dela inserida em quatro das oito regiões administrativas. Desta maneira, em virtude dos objetivos deste trabalho, optou-se por torná-la uma região independente das demais. Com a divisão proposta, Joinville passa a ter nove regiões: Centro-Norte, Zona Industrial Norte, Leste, Nordeste, Oeste, Pirabeiraba, Sudeste, Sudoeste e Sul. Os demais bairros foram mantidos nas suas respectivas regiões administrativas. Desta maneira, subsegue a Figura 4 com a subdivisão proposta.

Figura 4 - Subdivisão das Regiões



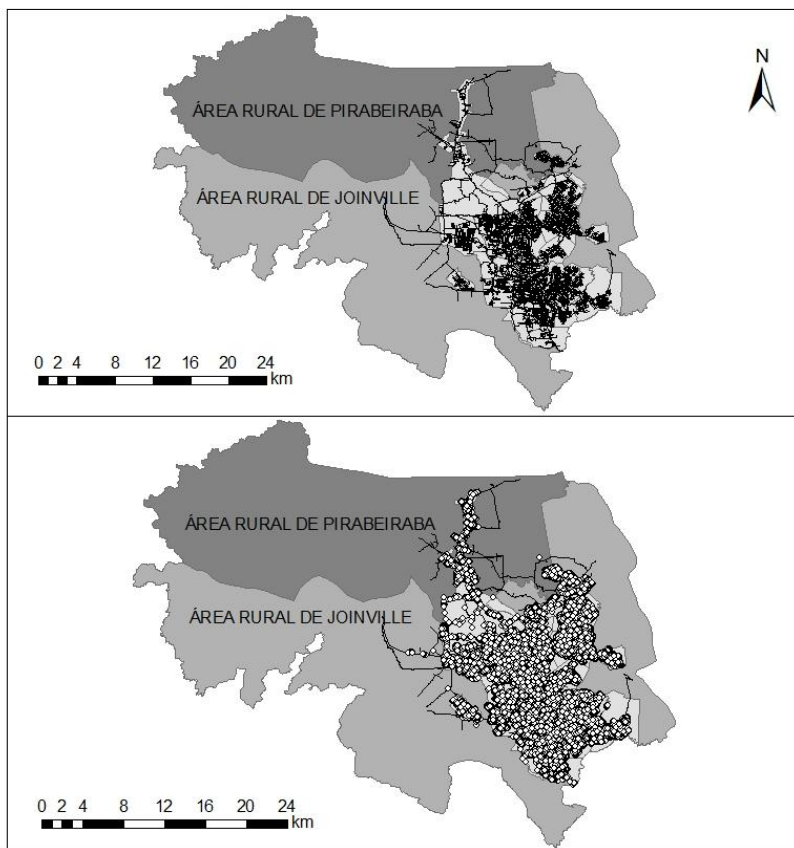
Fonte: próprio autor

A rede de abastecimento de água de Joinville contempla todas as nove regiões propostas neste trabalho, e está majoritariamente no âmbito urbano do município. Devido a esta característica, as ligações à rede de abastecimento de água também estão predominantemente no

perímetro urbano de Joinville, conforme pode ser observado na Figura 5, subsequente.

Figura 5 - Rede de distribuição de água e ligações à rede em Joinville.

### Rede de distribuição de água e ligações à rede em Joinville



#### Legenda

- ◊ HIDROMETROS
- REDE DE ÁGUA
- ÁREA RURAL DE JOINVILLE
- ÁREA RURAL DE PIRABEIRABA
- PERÍMETRO URBANO DE JOINVILLE

Sistema de Coordenadas: GCS SIRGAS 2000  
Datum: SIRGAS 2000  
Units: Degree

Fonte: próprio autor

Consoante a Lei Municipal Complementar N°318 de 11 de Outubro de 2010, a qual institui o instrumento de controle urbanístico do plano de diretor de desenvolvimento sustentável de Joinville, o território municipal se divide em Macrozona Rural e Macrozona Urbana.

A Macrozona Rural se caracteriza por ser uma área que ainda não foi ocupada ou que não tem prioridade de ocupação por funções urbanas. São localidades destinadas ao uso de atividades agrosilvopastoris, à mineração, ao turismo e lazer ou à preservação, dependendo da localização específica. A Macrozona Urbana é aquela onde há infraestrutura básica, existências de condições que favoreçam a urbanização e o aumento da malha urbana.

Sendo assim, o presente trabalho concentra-se nas regiões inseridas na Macrozona Urbana, a qual é subdivida em áreas urbanas – que são caracterizadas pela urbanização consolidada com grande densidade e existência de infraestrutura que favorece o desenvolvimento da malha urbana, e núcleos urbanos – os quais tem baixa urbanização, distante da área urbana, mas com oferta de infraestrutura básica, porém não suficiente para o desenvolvimento da malha urbana. As áreas urbanas são divididas ainda em cinco tipos:

**Área Urbana de Adensamento Prioritário – AUAP:** são regiões com boa infraestrutura, sistema viário, transporte coletivo, equipamentos públicos e sem fragilidades ambientais. São localidades com capacidade para absorver a quantidade desejada de moradores e atividades voltados ao setor terciário de baixo impacto e grandes vazios urbanos.

**Área Urbana de Adensamento Secundário – AUAS:** locais com características semelhantes às áreas urbanas de adensamento prioritário, porém com maior volume de atividades do setor terciário e capacidade para absorver atividades do setor secundário de baixo impacto e vazios urbanos.

**Área Urbana de Adensamento Especial – AUAE:** regiões com características urbanas similares às supramencionada, mas que apresentam características paisagísticas e históricas e/ou com predominância de residências familiares. Deste modo, não é recomendado o adensamento populacional pleno.

**Área Urbana de Adensamento Controlado – AUAC:** estas localidades já possuem eventuais fragilidades ambientais, com mínimas condições de infraestrutura, deficiência de acesso do transporte público, impossibilidade de melhorar seu sistema viário e com equipamentos



públicos insuficientes para absorver um aumento populacional ou desenvolvimento de atividades econômicas.

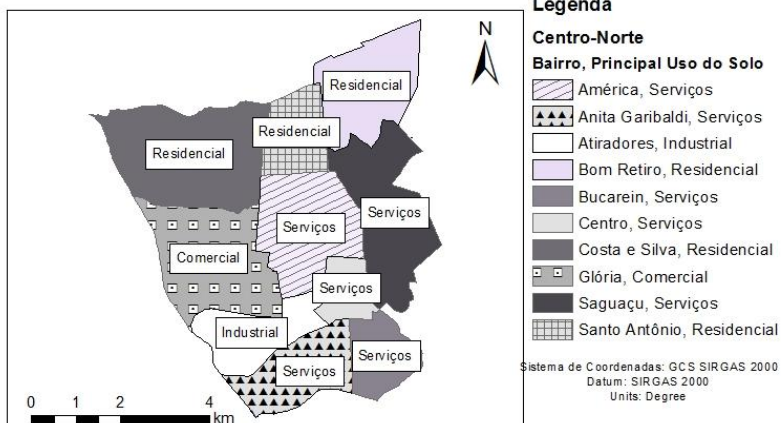
**Área Urbana de Proteção Ambiental – AUPA:** são regiões com grande fragilidade ambiental, áreas com cota superior a 40, mananciais de água, margens de rios e manguezais, áreas de preservação paisagística, com restrições severas de ocupação para efetiva proteção, recuperação e manutenção.

As configurações destas áreas urbanas podem ser observadas no mapa de Macrozoneamento Urbano de Joinville no Anexo I. Ao comparar os mapas que expõem a rede de abastecimento de água e das ligações com o de Macrozoneamento Urbano de Joinville, elaborado pela Prefeitura Municipal de Joinville, verifica-se que há estrutura de abastecimento de água em todo o perímetro urbano, porém as ligações se concentram principalmente em áreas de Adensamento Prioritário, de Adensamento Secundário e de Adensamento Controlado.

As referidas áreas de adensamento estão espalhadas por todo o território municipal urbano, sendo que as áreas de adensamento prioritário se concentram mais nas regiões Centro-Norte e Sul, principalmente nas regiões centrais da cidade, onde se verifica grande parte das ligações à rede de abastecimento de água. As áreas de Adensamento Secundário estão distribuídas pelo território de Joinville, geralmente adjacentes as de Adensamento Prioritário, enquanto que se verifica uma predominância das áreas de Adensamento Controlado nas áreas periféricas da cidade.

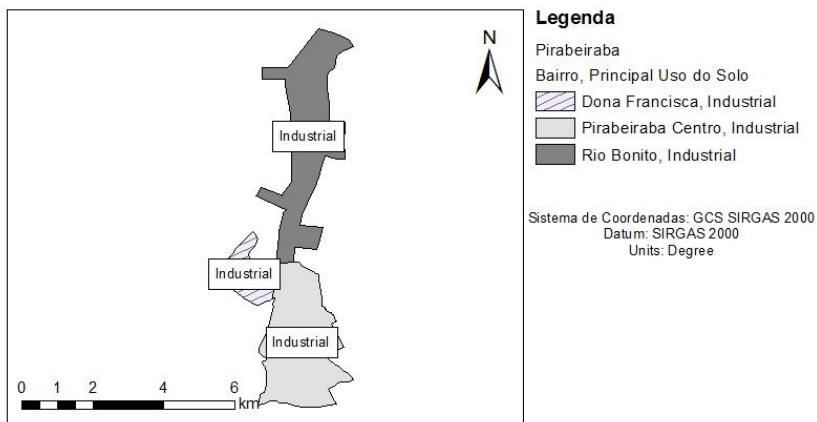
Com base no documento Joinville Bairro a Bairro 2015, reuniu-se as principais modalidades de uso e ocupação do solo – residencial, comercial, industrial e serviços – para cada bairro a fim de entender a configuração municipal. Para tal, subseguem as Figuras 6,7,8,9,10 e 11, que expõem os usos e ocupação do solo de cada bairro em cada uma das regiões, e a Tabela 3, a qual resume a quantidade de bairros enquadrados nas modalidades de uso e ocupação do solo em cada região.

Figura 6 - Região Centro - Norte  
Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

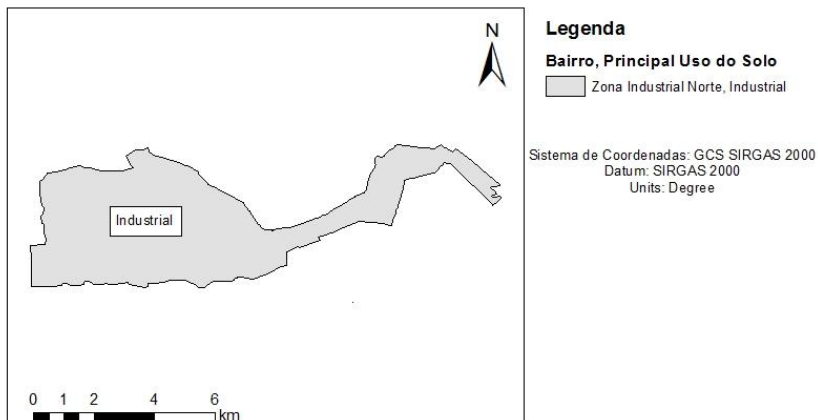
Figura 7 - Pirabeiraba  
Pirabeiraba



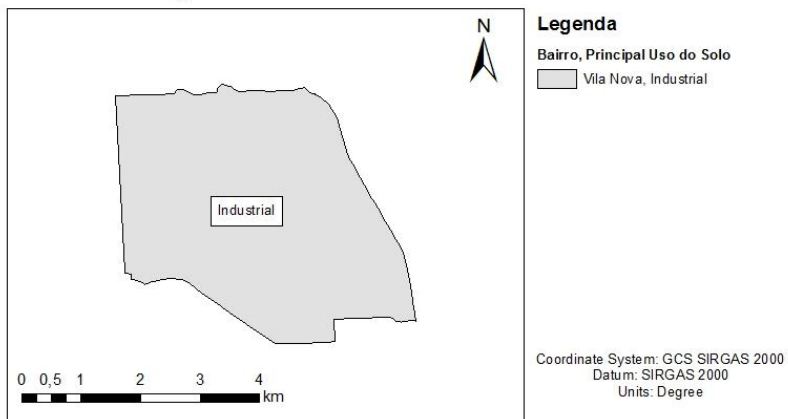
Fonte: próprio autor

Figura 8 - Regiões Zona Industrial Norte e Oeste

### Zona Industrial Norte

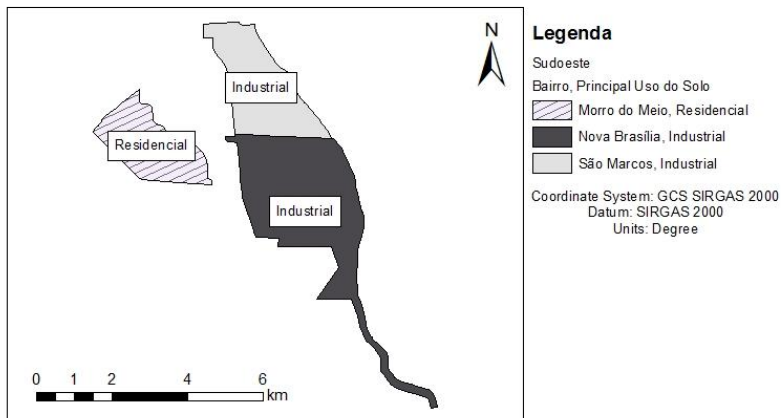


### Região Oeste

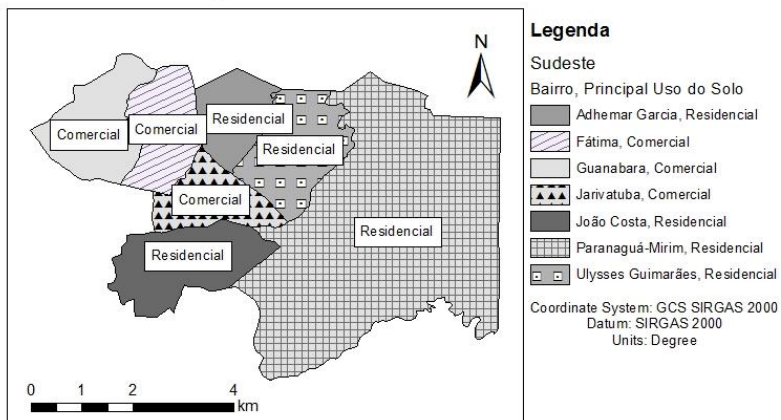


Fonte: próprio autor

Figura 9 - Regiões Sudoeste e Sudeste.  
**Região Sudoeste**

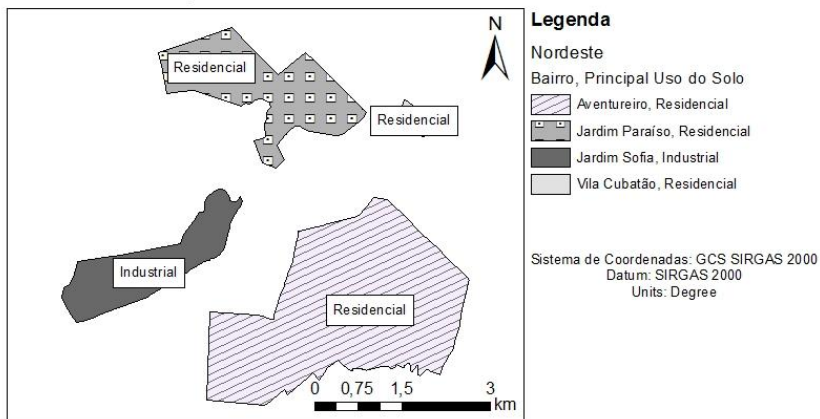


**Região Sudeste**

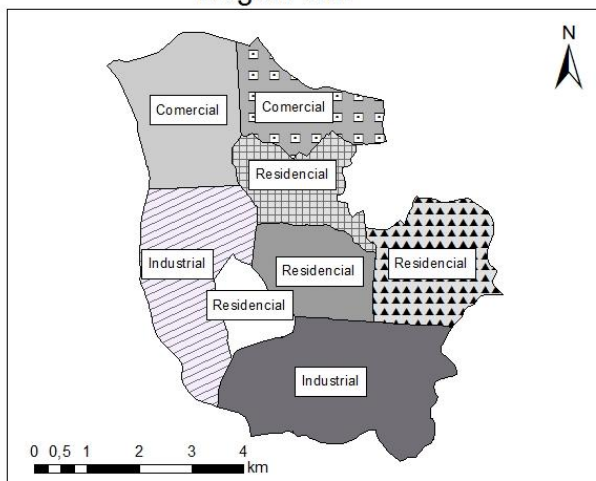


Fonte: próprio autor

Figura 10 - Regiões Nordeste e Sul  
Região Nordeste



Região Sul



**Legenda**

Sul

Bairro, Principal Uso do Solo

Boehmerwald, Residencial

Floresta, Comercial

Itaum, Comercial

Itinga, Industrial

Parque Guarani, Residencial

Petrópolis, Residencial

Profipo, Residencial

Santa Catarina, Industrial

Coordinate System: GCS SIRGAS 2000

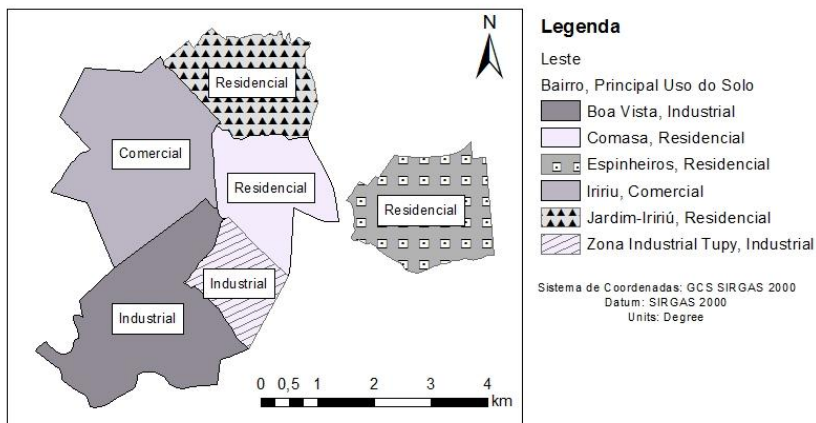
Datum: SIRGAS 2000

Units: Degree

Fonte: próprio autor

Figura 11 – Região Leste

### Região Leste



Fonte: próprio autor

Tabela 3 - Resumo Uso do Solo por Região.

Região	Bairros Residenciais	Bairros Comerciais	Bairros Industriais	Bairros de Serviços
<b>Centro Norte</b>	3	1	1	5
<b>Leste</b>	3	1	2	-
<b>Nordeste</b>	3	-	1	-
<b>Oeste</b>	-	-	1	-
<b>Pirabeiraba</b>	-	-	3	-
<b>Sudeste</b>	4	3	0	-
<b>Sudoeste</b>	1	-	2	-
<b>Sul</b>	4	2	2	-
<b>Zona Industrial Norte</b>	-	-	1	-
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>5</b>

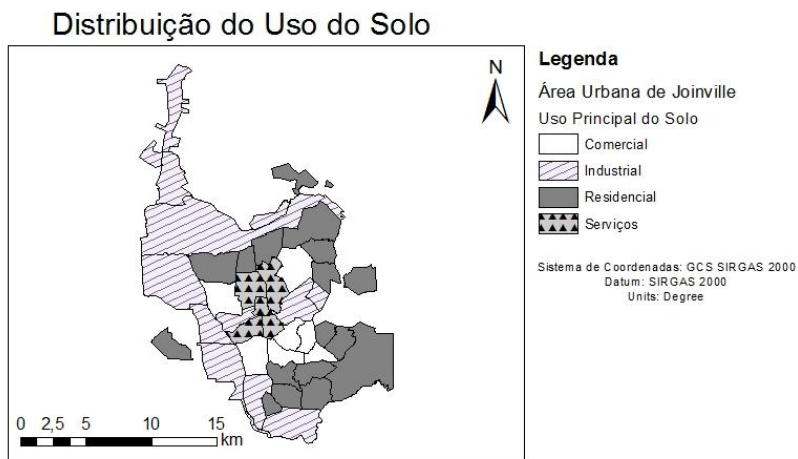
Fonte: Joinville Bairro a Bairro 2015

Observando-se os mapas de uso do solo nas regiões e bairros, em conjunto com a Figura 12, e comparando-os com mapa de Macrozoneamento Urbano, da prefeitura municipal de Joinville, é possível notar que os bairros com uso majoritário do solo como industrial estão alocados em áreas de Adensamento Secundário ou Adensamento Controlado, ou seja, regiões classificadas para receber algumas atividades do setor secundário, ou com menor disponibilidade de infraestrutura urbana e, portanto, sem condições de receber grandes aumentos populacionais e desenvolvimento de atividades.

As regiões onde há predominância de atividades de serviços e comércio estão localizadas nas áreas centrais da cidade de Joinville, os quais estão classificados no Macrozoneamento Urbano como regiões de Adensamento Prioritário – locais que há boa infraestrutura urbana, voltadas ao adensamento e às atividades do setor terciário. Há ainda, alguns bairros que contém regiões de Adensamento Especial, no qual não se recomenda o adensamento populacional pleno devido às características paisagísticas e históricas.

Os bairros predominantemente residenciais estão distribuídos pelo âmbito municipal e circundam as regiões comerciais e de serviços. estão alojados em regiões classificadas pelo Macrozoneamento Urbano como de Adensamento Prioritário, Adensamento Secundário e Controlado, conforme pode ser observado ao compararmos a Figura 12 – Distribuição do Uso do Solo – e o mapa de Macrozoneamento Urbano, em anexo.

Figura 12 - Distribuição do Uso do Solo



Fonte: próprio autor

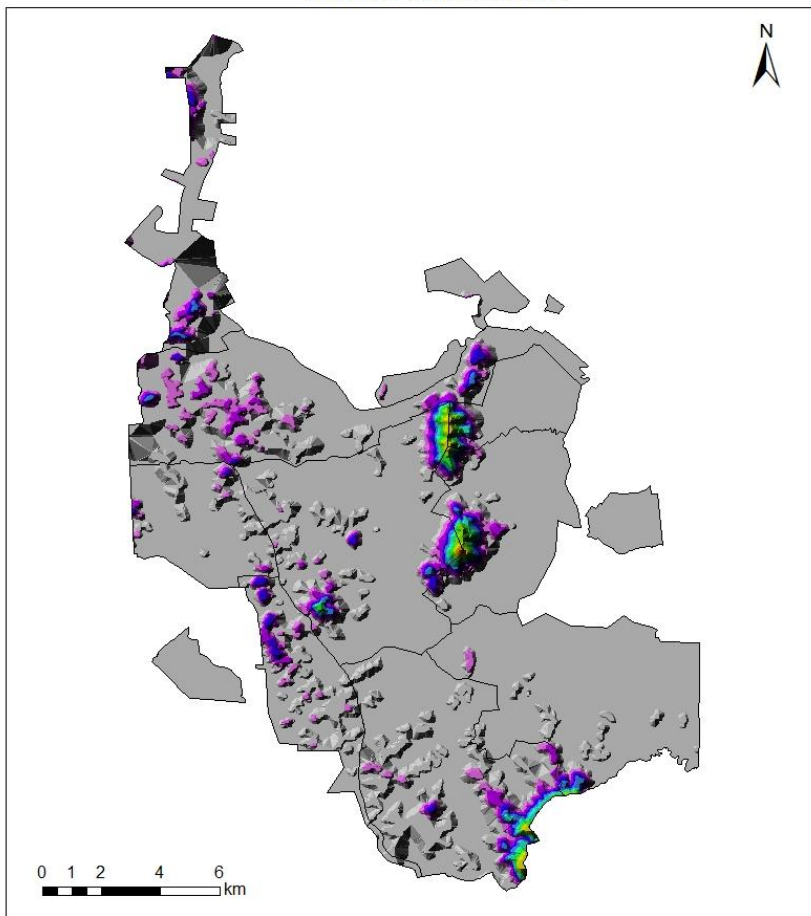
Os bairros comerciais, de serviço e residenciais estão alocadas em regiões com melhores infraestruturas se comparados às regiões industriais, conforme as informações supramencionadas. Apesar disto, vê-se que a rede de abastecimento de água é bem distribuída pelo perímetro urbano, não sendo um fator limitante ao desenvolvimento e crescimento das diversas atividades nos bairros.

Segundo o Joinville, 2015, no documento Joinville Bairro a Bairro 2015, a altitude da sede de Joinville situa-se a cota 4,5 metros. A fim de verificar a distribuição do relevo no perímetro urbano e entender a configuração da rede de abastecimento de água de Joinville em relação ao mesmo, utilizou-se a carta topográfica da EPAGRI, em escala 1:50.000, disponível no site da instituição. A Figura 13 expõe um Modelo Digital de Terreno que mostra o relevo em Joinville/SC.



Figura 13 - Relevo em Joinville

Relevo em Joinville



**Legenda**

Relevo	180 - 200	80 - 100
Elevação (cotas)	160 - 180	60 - 80
240 - 260	140 - 160	40 - 60
220 - 240	120 - 140	20 - 40
200 - 220	100 - 120	

Sistema de Coordenadas: GCS SIRGAS 2000  
Datum: SIRGAS 2000  
Units: Degree

Fonte: próprio autor

A carta topográfica utilizada para criar o Modelo Digital de Terreno inicia na cota 20 metros, ou seja, não estão discriminadas as cotas abaixo desta elevação. Sendo assim observa-se que a maior parte do território urbano está em cotas até 40 metros. Entretanto é possível observar que na região Sul, Sudeste, no limite do perímetro urbano, há locais em que a cota pode alcançar 200 metros. Pode-se verificar também na divisa entre as regiões Centro-Norte, Leste e Nordeste há incidência de um relevo que pode também alcançar a cota 200.

Na Zona Industrial Norte, assim como Pirabeiraba, há diversos locais em que o relevo pode alcançar até a cota 100. Apesar das especificidades supramencionadas, o território Urbano de Joinville não é caracterizado por grandes elevações, visto que a maior parte do território possui cotas até 40m.

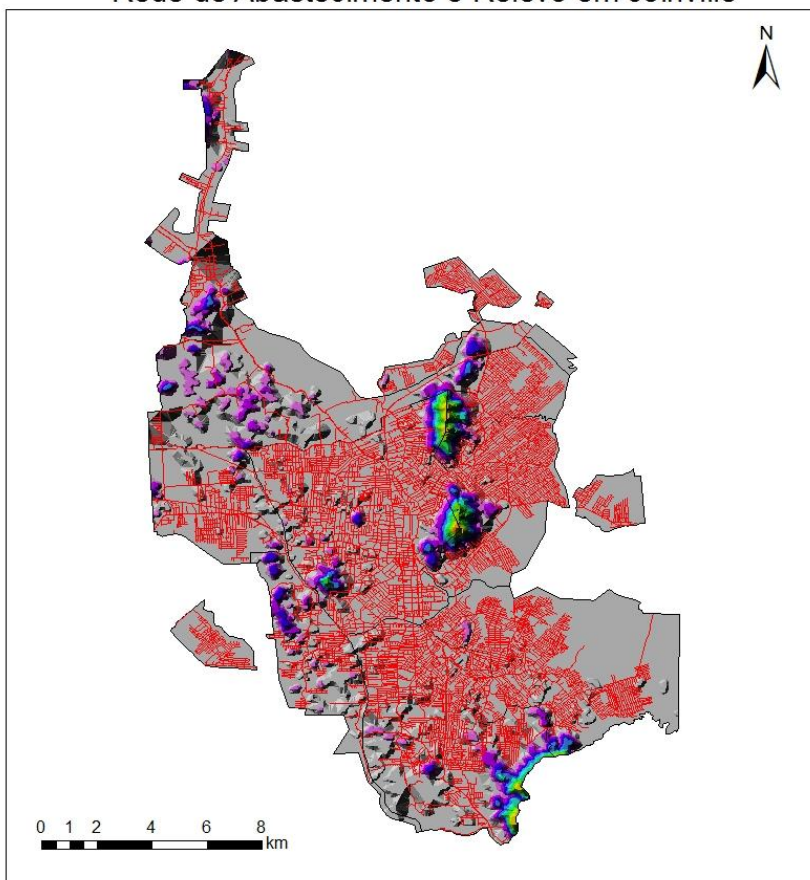
Ao avaliar a distribuição espacial da rede de abastecimento de água e compará-la ao relevo, Figura 14 – Rede de Abastecimento e Relevo, verifica-se que a rede de distribuição de água contorna as maiores cotas, estando, portanto, disposta majoritariamente em altitudes até 40 metros.

Comparando o Anexo I, Macrozoneamento Urbano, com à Figura 14, nota-se que as localidades de grandes elevações – nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Norte, Leste e Nordeste – bem como demais localidades distribuídas pelo âmbito municipal e com cotas entre 40 – 120 metros, são consideradas Área Urbanas de Proteção Ambiental (AUPA), as quais possuem severas restrições à ocupação.

Isto posto, nota-se que o fato da rede de distribuição de água de Joinville estar majoritariamente em localidades com cota até 40 metros, está em consonância com o Macrozoneamento Urbano proposto pela Lei Complementar 318.

Figura 14 - Rede de Abastecimento e Relevo em Joinville

### Rede de Abastecimento e Relevo em Joinville



#### Legenda

— Rede Urbana de Abastecimento de Água

#### Relevo

#### Elevação (cotas)

240 - 260

220 - 240

200 - 220

180 - 200

160 - 180

140 - 160

120 - 140

100 - 120

80 - 100

60 - 80

40 - 60

20 - 40

Sistema de Coordenadas: GCS SIRGAS 2000

Datum: SIRGAS 2000

Units: Degree

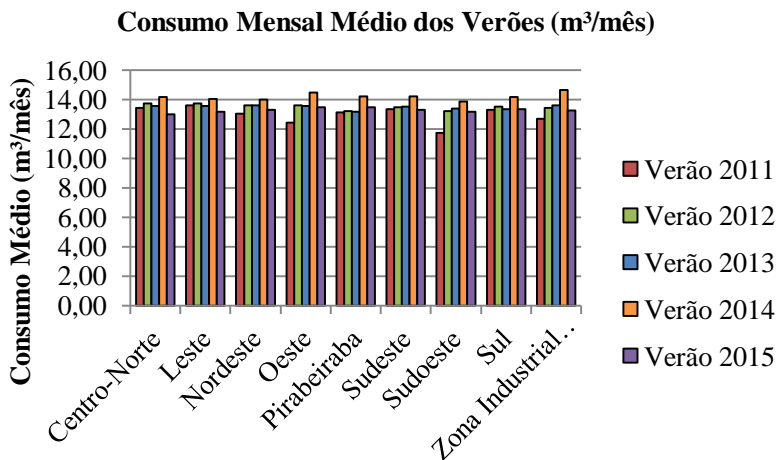
Fonte: próprio autor

De acordo com os dados de consumo residencial entre janeiro de 2011 e outubro de 2015, a região urbana de Joinville teve um consumo mensal médio de água de 12,98 m<sup>3</sup>/mês. Baseado nos dados do consumo residencial de água por região do município, dentro do período supramencionado, é possível verificar que a região com maior média de consumo foi a Centro-Norte com média mensal de 13,32 m<sup>3</sup>/mês, onde predomina o uso do solo com atividade de serviços, seguido da região Leste com 13,12 m<sup>3</sup>/mês, que tem principal uso do solo residencial. Ambas as regiões ocupam a parte mais central do município de Joinville.

As regiões com menor consumo mensal médio, considerando todo o período, foram a Sudoeste – a qual tem uso principal do solo industrial – e a Sudeste – que tem como atividade principal de uso do solo residencial – com consumo de 12,33 m<sup>3</sup>/mês e 12,38 m<sup>3</sup>/mês, respectivamente.

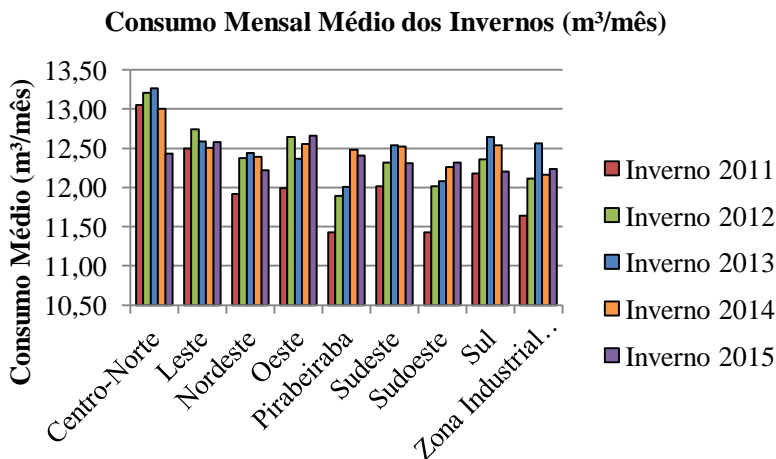
Desta maneira, calculou-se a média mensal de consumo nas estações de verão e inverno, bem como a média mensal de consumo de cada ano. Isto posto, os gráficos contidos nas Figuras 15, 16, e 17, expõem os resultados obtidos e permitem comparar os consumos médios de cada região, anualmente. Os valores médios expostos nos gráficos estão descritos nas tabelas de médias de consumo nos tópicos subsequentes, que abordam cada região separadamente.

Figura 15 - Consumo Mensal Médios dos Verões



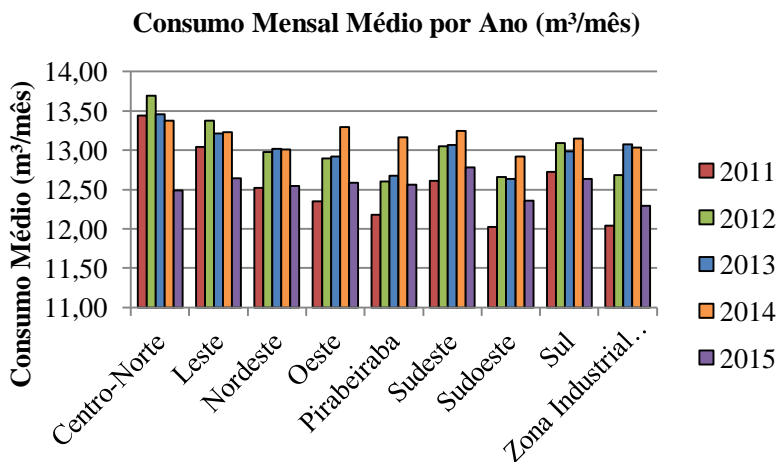
Fonte: próprio autor

Figura 16 – Consumo Mensal médio dos invernos.



Fonte: próprio autor

Figura 17 - Gráfico de Consumo Mensal Médio por Ano



Fonte: próprio autor

As informações contidas nas Figuras anteriores corroboraram a informação de que a região Centro Norte possui maior média de consumo e a região Sudoeste a menor, uma vez que, em geral, nos gráficos de consumo médio por ano, a região Centro-Norte foi a que apresentou os maiores médias, enquanto que a região Sudoeste foi onde se verificou as menores médias.

Verifica-se também que o verão de 2014 foi o período em que ocorreram as maiores médias de consumo, mesma época em que ocorreu a maior média de temperatura no município, consoante a Tabela 6. No entanto, para esta estação, o maior consumo médio registrado foi na Zona Industrial Norte, apesar de para o ano em questão a região Centro-Norte ter apresentado a maior média mensal de consumo.

A Figura 17, apresenta um gráfico que permite comparar os consumo médios nas regiões em cada ano. Pode-se observar que o ano de 2011 é o que se verifica maior diferença entre a média da região Centro – Norte e as demais.

Entretanto, nota-se que ao longo do período a diferença entre as médias de consumo das regiões diminuiu, sendo 2014 o ano em que elas são mais equivalentes. Ao comparar as médias de 2011 e 2012, verifica-se um aumento no consumo de todas as regiões, enquanto que entre

2012 e 2014, observa-se uma queda no consumo médio das regiões mais centrais da cidade e um aumento nas regiões mais periféricas. Ademais, todas as regiões apresentam queda no consumo médio em 2015, quando comparado ao ano anterior.

Avaliando-se o comportamento do consumo mensal médio por ano em relação ao Macrozoneamento Urbano de Joinville, nota-se que as regiões mais centrais da cidade, as quais possuem melhor infraestrutura e são voltadas ao adensamento prioritário ou secundário, são as que apresentam as maiores médias de consumo, enquanto que as zonas periféricas, especialmente aquelas que estão em área urbana de adensamento controlado, são as que apresentam menores consumos médios.

Se conferir a Figura 12 com as informações de consumo médio, verifica-se que as regiões com maiores médias de consumo são aquelas em que os bairros possuem uso principal do solo de serviços, residencial ou comercial e geralmente na parte mais central do município.

## **4.2. AVALIAÇÃO DO CONSUMO NAS REGIÕES DE JOINVILLE**

### **4.2.1. Centro – Norte**

A região Centro-Norte de Joinville, consoante ao tópico anterior, caracteriza-se pela incidência de bairros com atividades de serviços e residenciais. Na categoria residencial, a região apresentou um consumo médio de 13,32 m<sup>3</sup>/mês, durante o período de janeiro de 2011 a outubro de 2015. A Tabela 4 a seguir apresenta a média dos dados de consumo residencial (m<sup>3</sup>/mês) e tarifa residencial média (R\$) da região, bem como temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) na cidade de Joinville, para cada mês do período de estudo.

Tabela 4 – Médias Mensais – Região Centro-Norte

<b>Mês-Ano</b>	<b>Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa Média (R\$)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa (%)</b>
<b>Jan 2011</b>	13,60	36,38	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	13,25	35,00	26,19	90,02

<b>Mar 2011</b>	13,41	35,64	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	13,50	35,97	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	13,53	36,10	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	13,46	37,86	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	12,91	35,58	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	12,77	34,97	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	13,54	38,19	18,58	85,64
<b>Out 2011</b>	13,89	39,62	21,64	86,83
<b>Nov 2011</b>	13,75	39,03	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	13,70	38,84	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,99	40,03	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	13,56	38,27	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	14,13	40,62	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	14,35	41,55	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	13,21	36,78	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	13,55	40,06	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	13,27	38,83	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,80	36,81	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	14,20	42,91	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	13,54	40,03	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	13,69	40,68	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	14,02	42,14	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,56	40,14	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,16	38,38	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,24	38,72	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,77	41,04	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	13,57	40,18	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	13,55	40,09	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	13,00	39,47	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	13,25	40,60	17,17	87,56



<b>Set 2013</b>	13,44	41,47	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	12,73	38,27	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	14,41	45,92	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	13,83	43,25	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	13,77	42,99	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	14,92	48,22	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,66	42,48	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,37	41,17	22,97	89,10
<b>Mai 2014</b>	12,87	38,87	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	13,37	43,43	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,83	40,83	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,82	40,82	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,97	41,51	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	12,68	40,11	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	14,10	46,97	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	13,15	42,41	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,08	42,04	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	12,82	40,79	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,27	38,14	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,15	37,58	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	12,69	40,17	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,82	40,79	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,99	38,91	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,49	41,41	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,63	42,13	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	12,00	38,94	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Com base nos dados de consumo dos bairros contidos na região Centro-Norte, calculou-se a média de consumo em cada um dos anos analisados, a média geral de consumo da região, bem como para cada estação do ano. Os resultados estão expostos na Tabela 5

Tabela 5 – Médias de Consumo – Região Centro Norte.

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	13,32
Média 2011	13,44
Média 2012	13,69
Média 2013	13,46
Média 2014	13,37
Média 2015	12,49
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,43
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	13,48
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	13,05
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	13,73
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,75
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	13,90
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	13,20
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	13,81
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,58
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,53
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	13,27
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	13,53
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,17
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	13,30
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	13,01

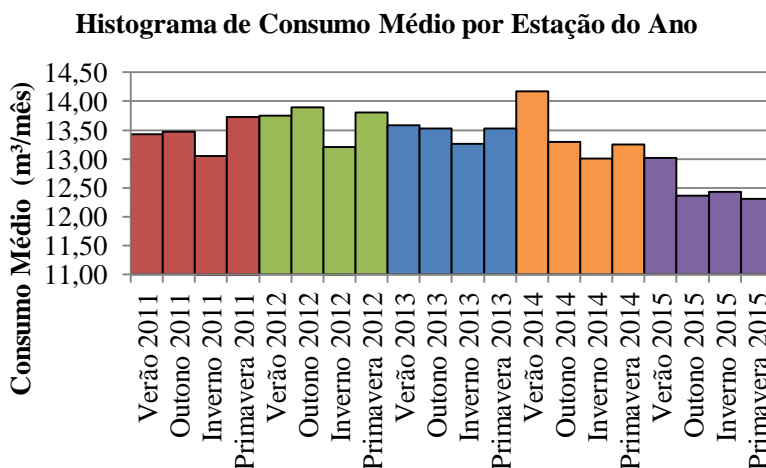
agosto/2014)	
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	13,25
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,02
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,37
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,43
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,31

Fonte: próprio autor

Com base nos dados da Tabela 5, vê-se que o ano com maior média mensal de consumo foi 2012, enquanto que o menor foi 2015. Nota-se também que a partir de 2012, nesta região, a média de consumo vem diminuindo.

A partir dos dados de médias de consumo construiu-se o gráfico da Figura 18, que é o histograma de consumos médios por estações do ano. Ao observar a tabela e o gráfico, nota-se que o maior consumo médio ocorre no verão de 2014, enquanto o menor consumo médio se dá na primavera de 2015.

Figura 18 - Consumos Médios por Estação do Ano – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

Os mesmos cálculos de média por estações do ano foram aplicados aos dados de temperatura e umidade relativa do ar. Fez-se isto com o intuito de verificar se há correlação entre o consumo médio e estas variáveis. Para tal, os dados foram organizados na Tabela 6 da qual foram extraídos os gráficos das Figuras 19 e 20.

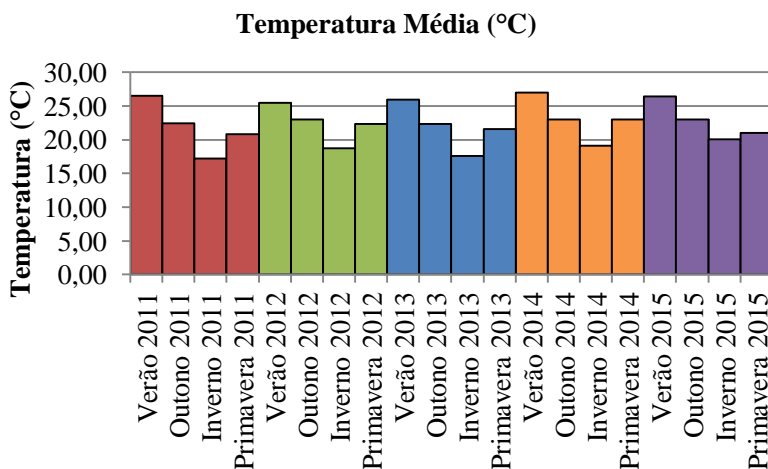
Tabela 6– Temperatura e Umidade Relativa do Ar Média por Estações do Ano

<b>Período</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média(%)</b>
Verão 2011	26,53	88,65
Outono 2011	22,43	88,01
Inverno 2011	17,18	89,08
Primavera 2011	20,84	85,09
Verão 2012	25,49	84,62
Outono 2012	23,00	86,39
Inverno 2012	18,70	89,83
Primavera 2012	22,37	84,10
Verão 2013	25,92	85,22

Outono 2013	22,32	87,19
Inverno 2013	17,58	89,43
Primavera 2013	21,54	84,99
Verão 2014	27,02	83,78
Outono 2014	22,99	88,79
Inverno 2014	19,10	87,53
Primavera 2014	22,99	84,65
Verão 2015	26,41	85,67
Outono 2015	22,97	89,82
Inverno 2015	20,11	88,01
Primavera 2015	20,99	96,17

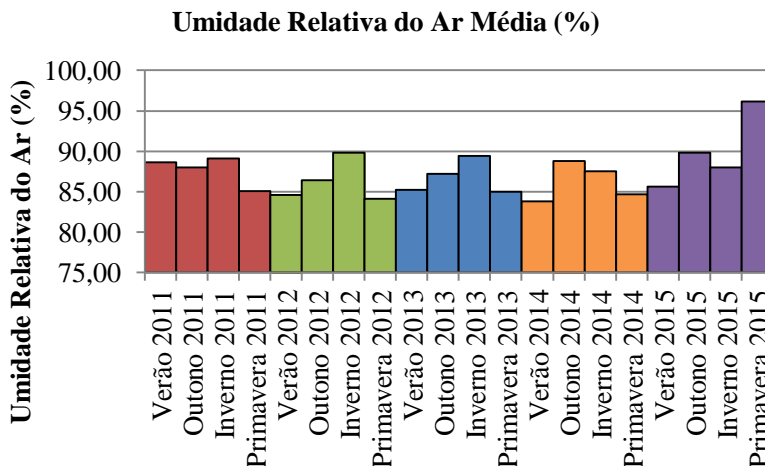
Fonte: próprio autor

Figura 19 – Temperatura Médio (°C) por Estações do Ano



Fonte: próprio autor

Figura 20 – Umidade Relativa do Ar Média (%) por Estação do Ano



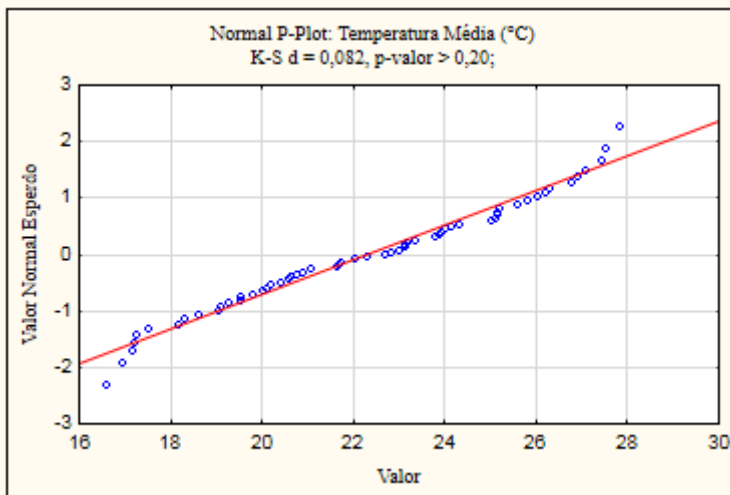
Fonte: próprio autor

Baseado nas informações acima é possível verificar que a maior média de temperatura é de 27,02 °C e a menor umidade relativa do ar média é de 83,78%, ambos no verão de 2014, enquanto que a menor temperatura se dá no inverno de 2011, 17,18 °C, e a maior umidade relativa do ar média ocorreu na primavera de 2015, 96,17%.

Isto posto, verifica-se que para região Centro-Norte o maior consumo médio ocorreu no verão de 2014, mesma estação em que Joinville teve a maior temperatura média e a menor umidade relativa do ar média, dentro do período avaliado. Nesta região o menor consumo de água por estação do ano ocorreu na primavera de 2015, mesma estação em que foi verificada a maior umidade relativa do ar média, 96,17%, entretanto a menor temperatura média por estação ocorreu no inverno de 2011.

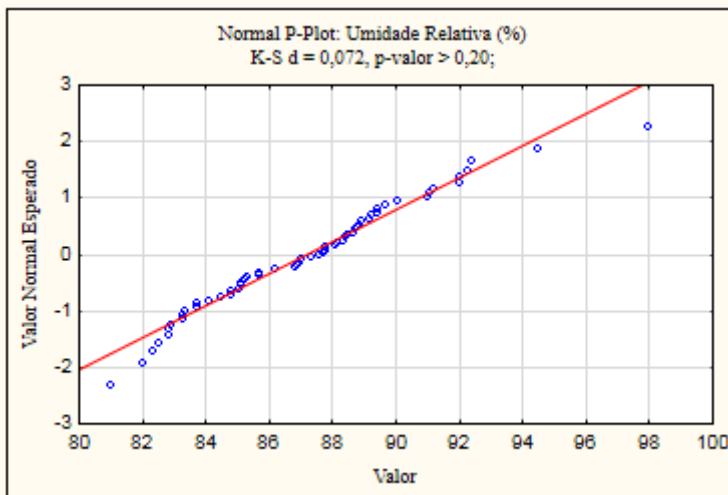
Para verificar se há correlação entre o consumo mensal médio, com a temperatura mensal média, com a umidade relativa do ar mensal média e a tarifa mensal média da região Centro-Norte, dados da Tabela 4, avaliou-se junto ao software STATISTCA a aderência à distribuição normal destes dados. Consoante exposto no item 3.4. ANÁLISE DOS DADOS.

Figura 21 – Normal P-Plot Temperatura Média – Região Centro-Norte



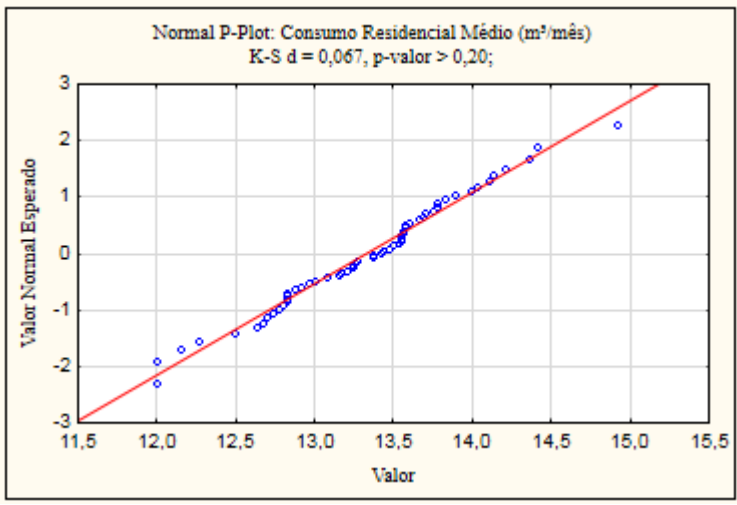
Fonte: próprio autor

Figura 22 – Normal P-Plot Umidade Relativa do Ar Média (%) – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

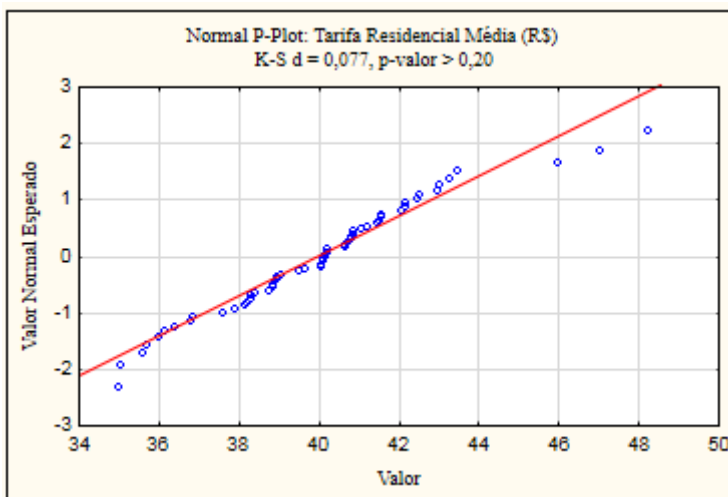
Figura 23 – Normal P-Plot Consumo Residencial Médio (m³/mês) – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor



Figura 24 – Normal P-Plot Tarifa Residencial Média – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

Diante dos gráficos anteriores, subsegue a Tabela 7, a qual resume os resultados o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 7- Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov – Região Centro-Norte

Variável	Quantidade de Dados	K-S d	$d_c$	$d < d_c$	p-valor
Temperatura Média	58	0,082	0,178	Sim	>0,20
Umidade Relativa do Ar Média	58	0,072	0,178	Sim	>0,20
Consumo Residencial Médio	58	0,067	0,178	Sim	>0,20
Tarifa Residencial Média	58	0,077	0,178	Sim	>0,20

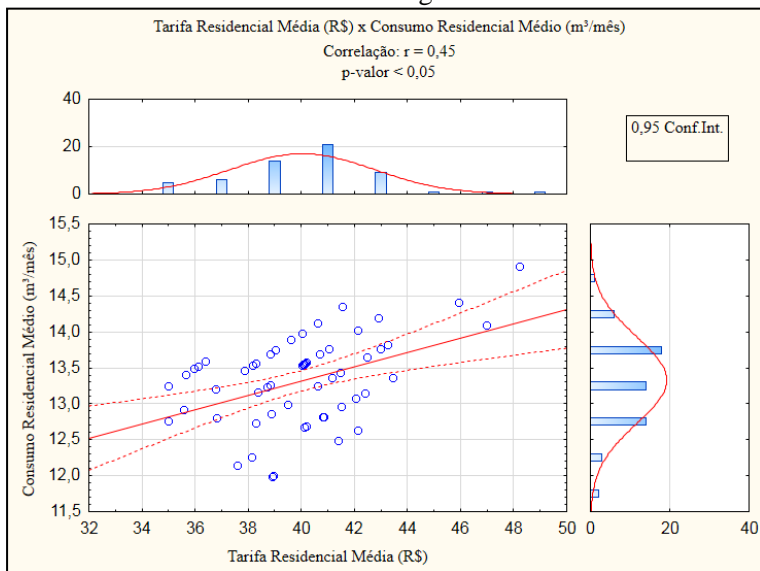
Fonte: próprio autor

Consoante aos gráficos acima, bem como a Tabela 7, em todos os casos o valor da distância entre a distribuição empírica e a teórica é menor que a distância crítica de 0,178 e o p-valor do teste é superior à significância do mesmo, logo, pode-se assumir que os dados aderem ao padrão normal.

Cabe ressaltar que os dados de temperatura média e umidade relativa do ar média são iguais para todas as regiões, uma vez que são referentes ao município de Joinville. Sendo assim, uma vez provada a aderência ao padrão normal, não é necessário refazer o teste nos itens subsequentes.

Isto posto, foi avaliado a correlação entre a variável consumo residencial médio e as demais através do teste de correlação de Pearson. Para tal, foi utilizado também o programa STATISTICA. Subseguem os resultados obtidos através do programa, nas Figuras 25, 26 e 27.

Figura 25 – Correlação Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio – Região Centro-Norte

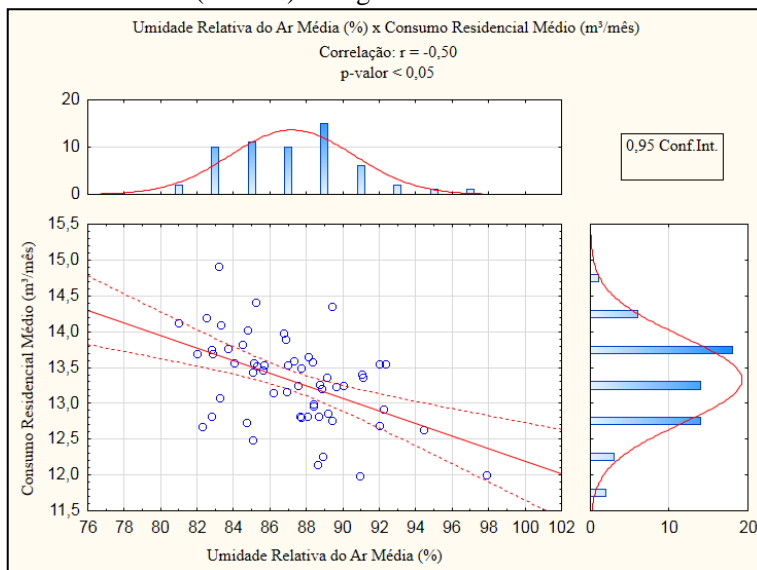


Fonte: próprio autor

Consoante aos resultados do gráfico anterior, o coeficiente de correlação de Pearson entre a variável tarifa residencial média e

consumo residencial médio é de 0,45. Sendo assim, há uma correlação positiva moderada entre estas variáveis, logo se entende que há uma tendência moderada de variarem no mesmo sentido. No entanto, o teste de correlação de Pearson não permite a conclusão de causa e efeito, ou seja, não permite afirmar que a variação em uma das variáveis acarretará na variação da outra, mas sim que há uma tendência para que isto ocorra.

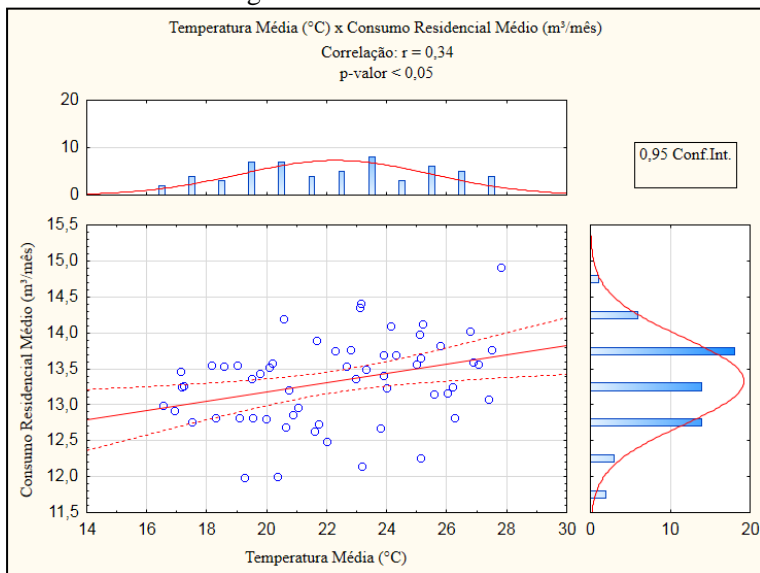
Figura 26 – Correlação entre Umidade Relativa do Ar (%) x Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês) – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

Consoante ao gráfico da Figura 26, as variáveis consumo residencial médio e umidade relativa do ar média apresentam uma correlação de Pearson de  $-0,50$ , logo há uma correlação moderada negativa entre as variáveis, ou seja, há uma tendência delas variarem inversamente. Entretanto, conforme mencionado anteriormente, não se pode afirmar a relação de causa efeito, mas sim a tendência para que isso ocorra.

Figura 27 – Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio – Região Centro-Norte



Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis temperatura média e consumo residencial médio é de 0,34. Sendo assim, há uma correlação moderada entre estas variáveis, o que nos permite concluir uma tendência em que elas variem no mesmo sentido.

Subsegue a Tabela 8 com o resumo de correlações para a região Centro-Norte.

Variável	Tarifa Residencial Média	Temperatura Média	Umidade Relativa do Ar Média
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,45$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,34$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = -0,50$

Tabela 8 – Resumo de Correlações da Região Centro – Norte

#### 4.2.2. Leste

A região Leste de Joinville é constituída predominantemente por bairros com uso principal do solo residencial. O consumo residencial médio da região, dentro do período de análise – janeiro 2011 a outubro de 2015 – é de 13,12 m<sup>3</sup>/mês. A Tabela 9 a seguir apresenta as informações de consumo residencial (m<sup>3</sup>/mês) e tarifa residencial média (R\$) da região, bem como temperatura média (°C) e umidade relativa do ar média (%) na cidade de Joinville, para cada mês do período de estudo.

Tabela 9 – Médias Mensais – Região Leste

<b>Mês-Ano</b>	<b>Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa Residencial Média (R\$)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média (%)</b>
<b>Jan 2011</b>	14,06	38,20	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	13,21	34,85	26,19	90,02
<b>Mar 2011</b>	13,39	35,57	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	12,76	33,07	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	12,86	33,45	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	12,69	34,64	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	12,37	33,33	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	12,42	33,54	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	13,29	37,15	18,58	85,64
<b>Out 2011</b>	13,00	35,94	21,64	86,83
<b>Nov 2011</b>	13,69	38,79	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	12,73	34,81	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	14,24	41,07	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,26	41,17	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	14,17	40,79	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	13,11	36,38	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	12,73	34,82	20,73	88,81

<b>Jun 2012</b>	12,99	37,63	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	12,79	36,76	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,46	35,31	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	13,60	40,30	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	13,11	38,17	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	13,21	38,61	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,79	41,11	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,75	40,94	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,18	38,46	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,95	41,82	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,56	40,11	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	13,39	39,40	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	12,93	37,38	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	12,51	37,23	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,33	36,42	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	13,30	40,85	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	12,87	38,90	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	14,25	45,17	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	12,56	37,48	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	14,42	45,96	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	15,21	49,55	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,28	40,73	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,57	42,09	22,97	89,10
<b>Mai 2014</b>	12,49	37,18	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	12,38	38,69	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,88	41,10	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,25	38,06	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,91	41,23	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	13,28	43,04	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	13,27	42,95	24,13	83,32

<b>Dez 2014</b>	12,82	40,80	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,71	45,07	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	12,98	41,57	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,79	40,66	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,35	38,54	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	12,38	38,69	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,82	40,78	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	12,09	39,38	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,84	43,20	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,52	41,60	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	11,96	38,72	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Com base nos dados de consumo dos bairros contidos na região Leste, calculou-se a média de consumo em cada um dos anos analisados, a média geral de consumo da região, bem como para cada estação do ano. Os resultados estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias de Consumo – Região Leste

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	13,12
Média 2011	13,04
Média 2012	13,37
Média 2013	13,22
Média 2014	13,23
Média 2015	12,64
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,64
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	13,00
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	12,50
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	13,33
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro	13,74

e fevereiro/2012)	
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	13,34
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,74
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	13,31
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,57
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,64
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,59
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	13,47
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,06
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	13,11
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,50
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	13,15
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,17
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,51
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,58
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,24

Fonte: próprio autor

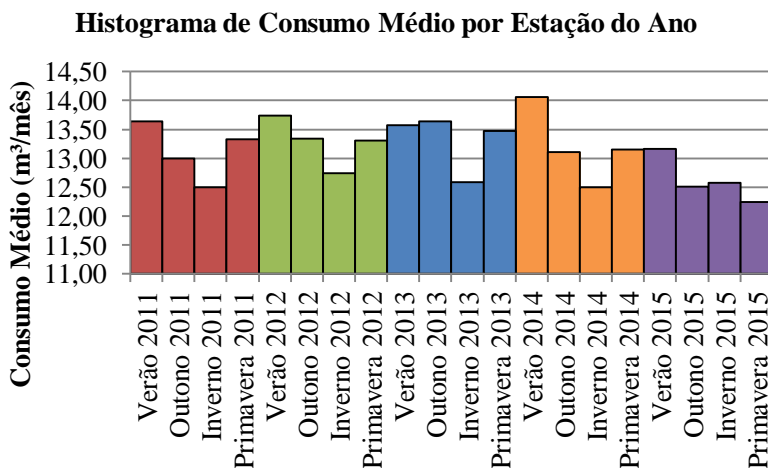
As médias de temperatura e umidade relativa do ar, referentes aos mesmos períodos de consumo da Tabela 10, foram calculados anteriormente, no item referente à região Centro-Norte, como estas informações se aplicam a todas as regiões de Joinville, não há necessidade de recalculá-las. A partir dos dados da Tabela 10, verifica-



se que a maior média mensal de consumo ocorreu no ano de 2012 e a menor foi em 2015.

Baseado nos dados de consumo médio por estação do ano da Tabela 10 criou-se o histograma de consumo por estação do ano para região Leste, apresentado na Figura 28.

Figura 28 - Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano – Região Leste



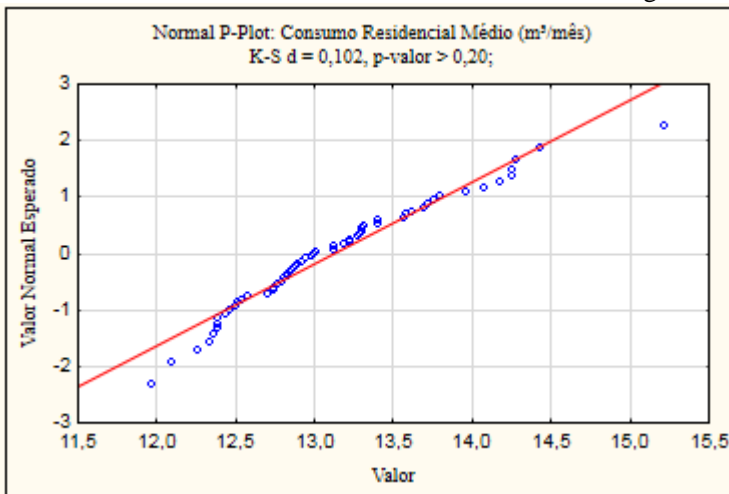
Fonte: próprio autor

Segundo os resultados do histograma da Figura 28 e da Tabela 10, a maior média de consumo da região Leste ocorreu no verão de 2014, 14,06 m<sup>3</sup>/mês. Tal resultado coincide com o período em que ocorreu a maior média de temperatura e a menor umidade relativa do ar média na cidade de Joinville, consoante a Tabela 6. Assim com para região Centro - Norte, o menor consumo médio foi na primavera de 2015, coincidindo com o período com maior umidade relativa do ar média (%).

A fim de verificar a correlação entre o consumo residencial médio e as demais variáveis contidas na Tabela 9, avaliou-se a aderência dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média à distribuição normal, da mesma maneira que para a região Centro-Norte, utilizando-se o software STATISCA. As análises de aderência à distribuição normal para as informações de temperatura média e

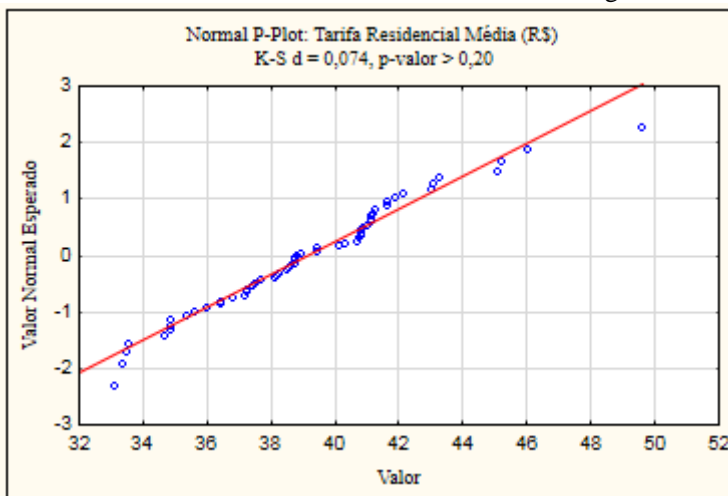
umidade relativa média já foram efetuados anteriormente. Sendo assim, subseguem nas Figuras 29 e 30 os resultados para as variáveis de consumo residencial médio e tarifa residencial média.

Figura 29 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio – Região Leste



Fonte: próprio autor

Figura 30 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média – Região Leste



Fonte: próprio autor

Tabela 11 – Resumo Testes Kolmogorov-Smirnov – Região Leste

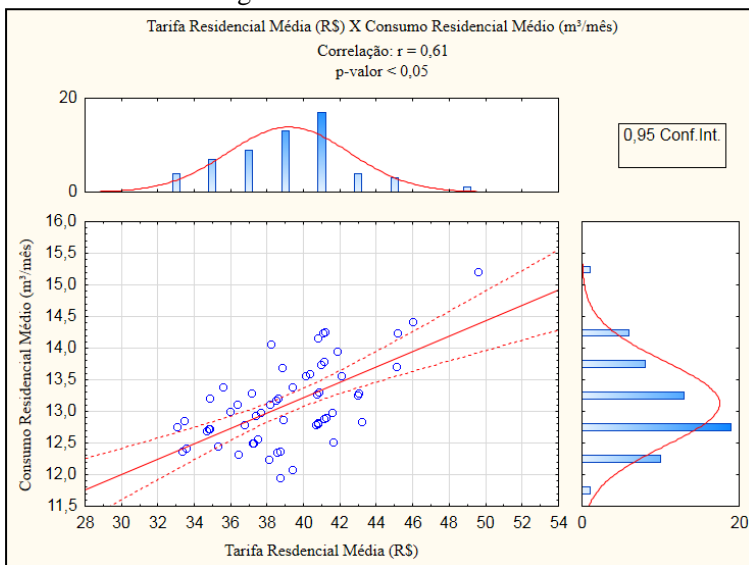
Variável	Quantidade de Dados	Valor K-S d	$d_c$	$d < d_c$	p-valor
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,102</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,074</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

Fonte: próprio autor

Consoante aos resultados expostos nas Figuras 32 e 33, Normal P-Plot, bem como na Tabela 11 o resultado do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov permite afirmar que há uma aderência dos dados a distribuição normal, uma vez que a distância (d) entre a distribuição dos dados amostrais e a distribuição teórica é menor que a distância crítica ( $d_c$ ) para quantidade de dados analisados.

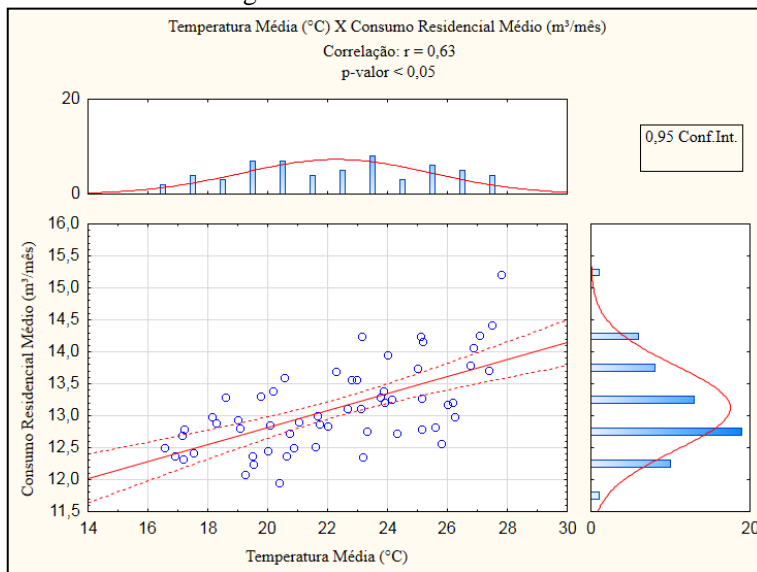
Aceitando-se a hipótese de normalidade dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média da região Leste e de normalidade dos dados de temperatura média e umidade relativa do ar média para cidade de Joinville – verificados no anteriormente, calcula-se o coeficiente de correlação entre a variável consumo residencial médio e as demais da Tabela 9. Os resultados obtidos estão apresentados nos gráficos das Figuras 31, 32 e 33.

Figura 31- Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste



Fonte: próprio autor

Figura 32 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste



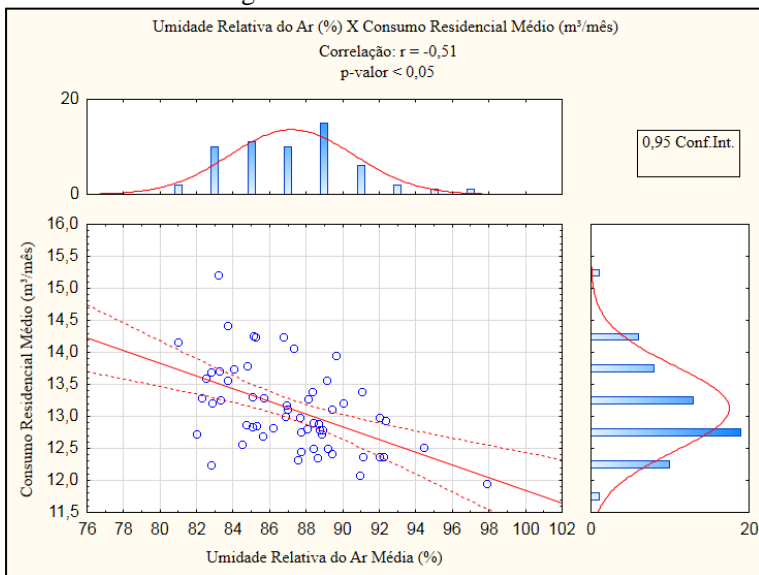
Fonte: próprio autor

Consoante ao gráfico da Figura 31, o teste de correlação de Pearson entre as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio apresentou um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,61. Logo estas variáveis apresentam uma correlação linear positiva e moderada.

A Figura 32 apresenta o resultado do teste de correlação de Pearson entre as variáveis temperatura média e consumo residencial médio, para estas variáveis o coeficiente de correlação ( $r$ ) entre elas é de 0,63, o que caracteriza uma correlação linear positiva moderada.

Em ambas as avaliações foi obtida uma correlação linear positiva moderada, ou seja, quando umas das variáveis, temperatura média ou tarifa média aumenta há uma tendência moderada de que o consumo médio aumente. Entretanto não se pode afirmar a relação de causa e efeito entre aquelas variáveis e o consumo residencial médio.

Figura 33 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Leste



Fonte: próprio autor

Consoante à Figura 33, as variáveis umidade relativa do ar média e consumo residencial médio possuem uma correlação linear negativa moderada, o coeficiente de correlação entre elas foi de  $-0,61$ , ou seja, sabe-se que há uma tendência moderada de que quando verificado um aumento da umidade relativa do ar ocorrer concomitantemente uma redução no consumo de água.

A Tabela 12, subsequente, resume os resultados das correlações entre o consumo residencial médio e as variáveis temperatura média, umidade relativa do ar média e tarifa residencial média.

Tabela 12 - Resumo de Correlações Região Leste

Variável	Tarifa Residencial Média	Temperatura Média	Umidade Relativa do Ar Média
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,61$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,63$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,51$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.3. Nordeste

A região Nordeste da cidade de Joinville é composta majoritariamente por bairros residenciais. O consumo médio desta região é de 12,82 m<sup>3</sup>/mês, durante o período analisado. A Tabela 13 apresenta o resumo dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média da região Nordeste, bem com os dados de temperatura média e umidade relativa do ar média para a cidade de Joinville.

Tabela 13 – Médias Mensais – Região Nordeste

Mês-Ano	Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa Residencial Média (R\$)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa do Ar Média (%)
<b>Jan 2011</b>	13,22	34,87	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	12,87	33,52	26,19	90,02
<b>Mar 2011</b>	12,36	31,49	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	12,89	33,59	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	12,24	31,04	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	12,16	32,46	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	11,73	30,68	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	11,85	31,17	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	12,50	33,87	18,58	85,64
<b>Out 2011</b>	12,67	34,54	21,64	86,83

<b>Nov 2011</b>	12,78	35,03	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	12,93	35,66	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,64	38,57	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,26	41,16	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	13,60	38,40	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	13,17	36,66	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	12,18	32,51	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	12,39	35,01	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	12,56	35,75	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,18	34,10	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	12,75	36,57	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,91	37,28	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	12,99	37,65	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,09	38,07	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,94	41,75	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,81	41,21	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,02	37,79	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,45	39,64	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	12,97	37,53	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	12,81	36,87	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	12,43	36,90	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,07	35,24	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	12,79	38,51	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	12,35	36,51	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	13,56	42,03	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	12,97	39,35	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	14,19	44,91	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	14,88	48,05	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,58	42,14	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,00	39,48	22,97	89,10



<b>Mai 2014</b>	12,35	36,50	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	12,23	37,95	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,50	39,29	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,45	39,01	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,48	39,15	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	12,69	40,16	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	13,08	42,03	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	12,72	40,34	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,70	45,06	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	13,53	44,22	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,28	38,19	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,63	39,89	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	12,30	38,33	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,55	39,53	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,61	36,94	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,49	41,43	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,35	40,74	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	12,03	39,09	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

A partir dos dados de consumo da região Nordeste foram calculadas também as médias de consumo para cada um dos anos do banco de dados, bem como as médias por estações do ano. Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 14.

Tabela 14 - Médias de Consumo – Região Nordeste

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,82
Média 2011	12,52
Média 2012	12,98
Média 2013	13,01
Média 2014	13,01

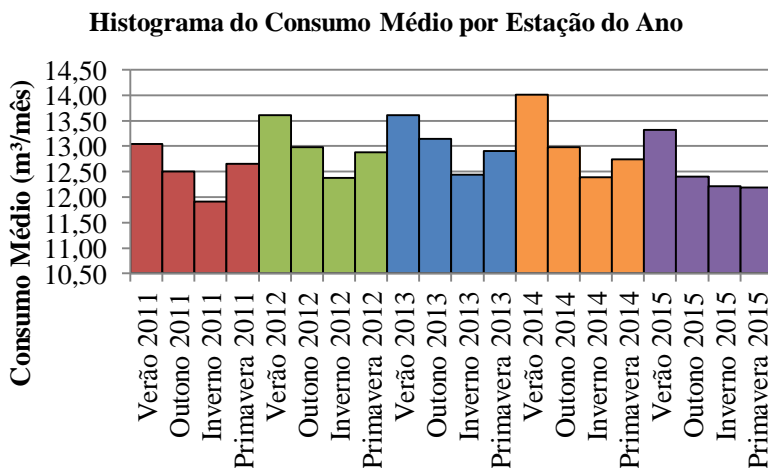
Média 2015	12,55
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,04
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,50
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	11,92
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,65
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,61
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	12,98
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,37
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,88
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,61
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,15
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,44
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	12,90
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,01
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	12,98
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,39
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	12,75
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,32
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,40
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,22

Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,19
--	-------

Fonte: próprio autor

Em posse das médias de consumo por estações do ano, expostas na Tabela 14, foi elaborado o histograma da Figura 34, que corresponde ao histograma de consumo por estações do ano.

Figura 34- Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano - Região Nordeste

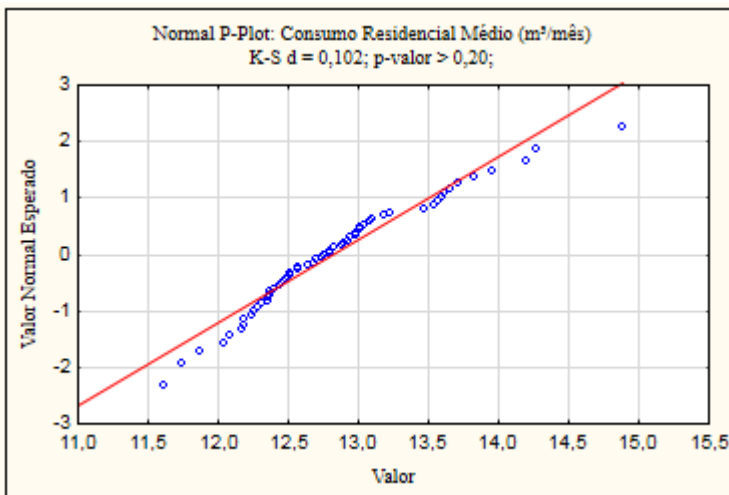


Fonte: próprio autor

Conforme os dados da Tabela 14 e da Figura 34, a estação do ano de maior consumo foi o verão de 2014, coincidindo com a estação do ano com maior média e temperatura e menor média de umidade relativa do ar. Entretanto, ao contrário das regiões anteriores, a menor média de consumo verificada foi no inverno de 2011, período em que há menor média de temperatura, consoante a Tabela 6.

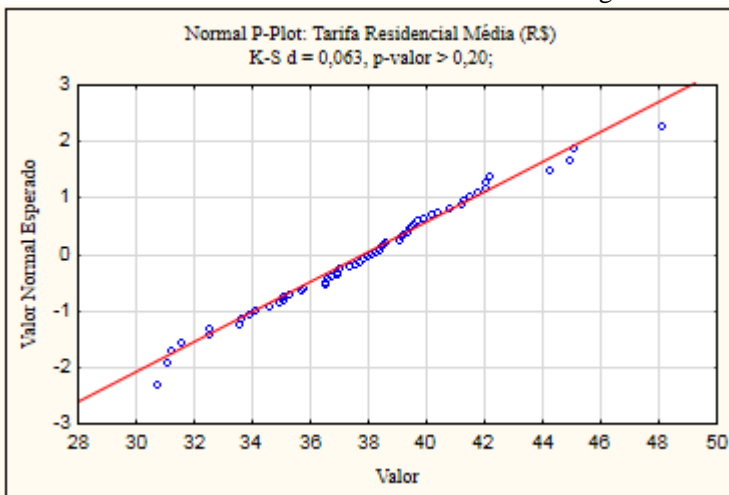
Isto posto, assim como adotado nas regiões anteriores, utilizou-se o software STATISTICA para verificar a aderência dos dados de consumo da região Nordeste a uma distribuição normal. Os gráficos Normal P-Plot, juntamente com os resultados do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov estão apresentados nas Figuras 35 e 36.

Figura 35 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Nordeste



Fonte: próprio autor

Figura 36 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Nordeste



Fonte: próprio autor

Tabela 15 - Resumo Testes Kolmogorov- Smirnov - Região Nordeste

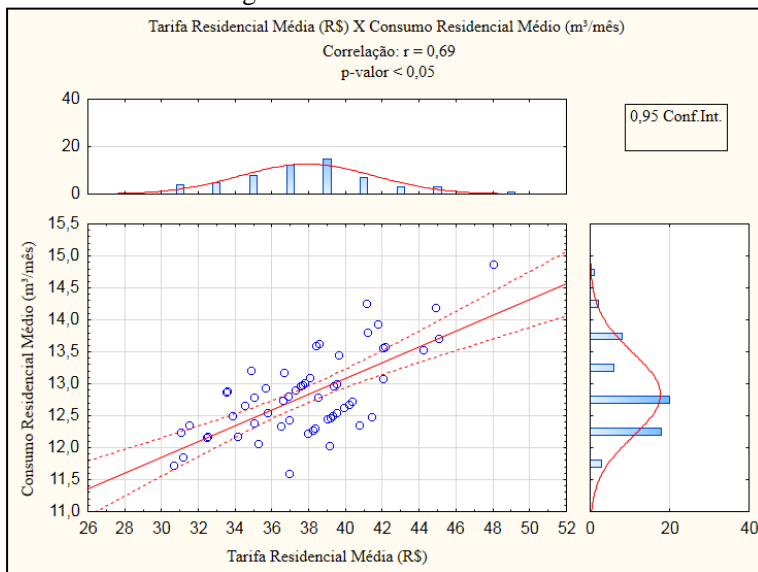
<b>Variável</b>	<b>Quantidade de Dados</b>	<b>Valor K-S d</b>	<b>d<sub>c</sub></b>	<b>d &lt; d<sub>c</sub></b>	<b>P-valor</b>
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,102</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,063</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

Fonte: próprio autor

Conforme os resultados do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, as duas distribuições de dados – consumo residencial médio e tarifa residencial média dispostas na Tabela 13 – apresentam aderência ao padrão normal.

Deste modo, executou-se o teste de correlação de Pearson entre a variável consumo residencial médio e tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média. Cabe ressaltar que as variáveis temperatura média e umidade relativa do ar média já tiveram sua aderência à distribuição normal testadas anteriormente. Os resultados obtidos nos testes de correlação subseguem nas Figuras 37, 38 e 39.

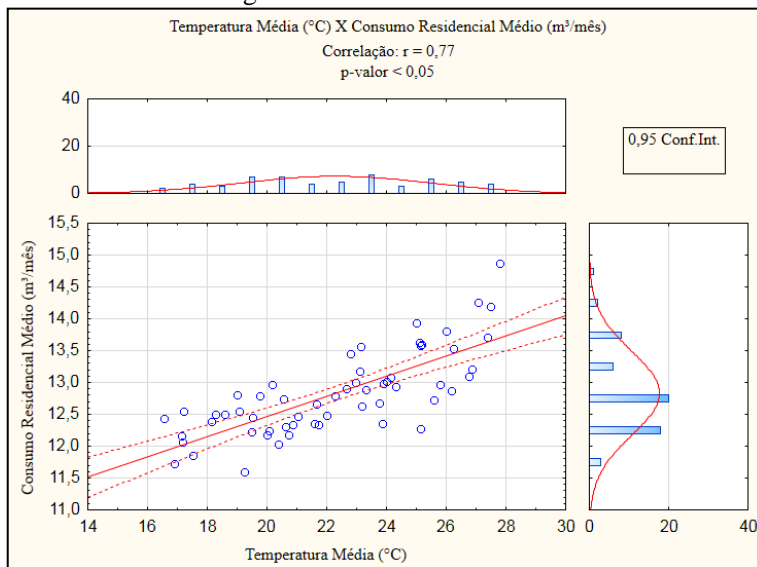
Figura 37 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste



Fonte: próprio autor.

Consoante à Figura 37, as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio apresentam um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,69. Sendo assim, sabe-se que a correlação entre estas variáveis é positiva e moderada, ou seja, há uma tendência moderada de que quando houver o aumento de uma destas variáveis a outra também aumente.

Figura 38 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste

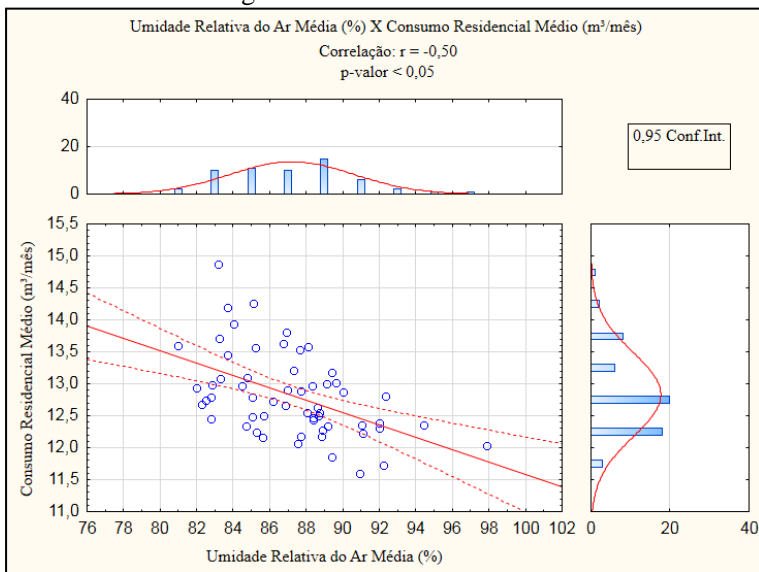


Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis temperatura residencial média e consumo residencial médio é de 0,77. Logo estas variáveis apresentaram uma correlação linear moderada forte para a região Nordeste.

Sendo assim, há uma tendência forte de que o consumo aumente quando houver aumento da temperatura média. Entretanto, não se pode afirmar a relação de causa e efeito entre elas sem testes estatísticos mais específicos que comprovem.

Figura 39 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Nordeste



Fonte: próprio autor

As variáveis umidade relativa do ar média e consumo residencial médio apresentaram uma correlação negativa moderada. Logo há uma tendência de que quando a umidade relativa do ar varie o consumo residencial varie no sentido oposto. No entanto, como especificado anteriormente, o teste de correlação de Pearson não permite afirmar a relação de causa e efeito entre as variáveis.

O resumo dos resultados obtidos nos teste de correlação de região Nordeste está discriminado na Tabela 16.



Tabela 16 - Resumo de Correlações - Região Nordeste.

<b>Variável</b>	<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>Temperatura Média</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média</b>
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,69$	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,77$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,50$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.4. Oeste

A região Oeste de Joinville é composta somente pelo bairro Vila Nova, o qual tem como principal uso do solo a atividade industrial. A referida região apresenta uma média de consumo entre janeiro de 2011 e outubro de 2015 de 12,82 m<sup>3</sup>/mês. A Tabela 17, a seguir, apresenta as médias de consumo mensais durante o período supramencionado, bem como a tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média.

Tabela 17 – Médias Mensais – Região Oeste

<b>Mês-Ano</b>	<b>Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa Residencial Média (R\$)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média (%)</b>
<b>Jan 2011</b>	12,13	30,61	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	12,75	33,04	26,19	90,02
<b>Mar 2011</b>	11,87	29,60	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	13,12	34,49	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	12,11	30,54	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	12,29	32,98	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	11,24	28,62	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	12,45	33,63	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	11,54	29,85	18,58	85,64

<b>Out 2011</b>	11,91	31,42	21,64	86,83
<b>Nov 2011</b>	13,29	37,14	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	13,53	38,13	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	12,86	35,34	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,42	41,83	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	12,71	34,72	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	11,99	31,74	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	11,86	31,18	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	13,01	37,74	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	11,97	33,21	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,94	37,42	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	12,47	35,36	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,67	36,22	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	13,57	40,16	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	14,28	43,27	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	12,21	34,27	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	14,24	43,08	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	12,77	36,68	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	12,89	37,19	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	12,92	37,33	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	12,11	33,80	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	12,96	39,29	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,04	35,09	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	12,76	38,40	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	13,67	42,53	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	12,58	37,57	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	13,93	43,72	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	15,28	49,86	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	14,21	45,00	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	12,86	38,82	25,14	88,09

<b>Abr 2014</b>	13,65	42,45	22,97	89,10
<b>Mai 2014</b>	12,55	37,44	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	11,86	36,20	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	13,20	42,64	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,59	39,70	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	13,12	42,26	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	13,21	42,69	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	12,73	40,37	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	14,28	47,83	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,36	43,40	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	12,86	40,98	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,59	39,70	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,92	41,29	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	11,90	36,39	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	13,01	41,72	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,92	38,53	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	13,06	44,32	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,49	41,41	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	11,75	37,67	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Com base nas informações de consumo da região, calculou-se também as médias anuais de consumo de 2011 a 2015, assim como a média de consumo para cada estação do ano. Tais informações estão agrupadas na Tabela 18, subseqüente.

Tabela 18- Médias de Consumo - Região Oeste

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,82
Média 2011	12,35
Média 2012	12,90

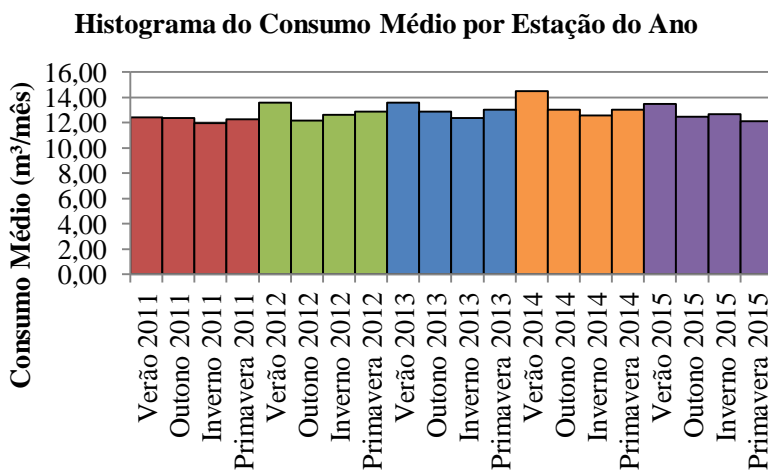
Média 2013	12,92
Média 2014	13,30
Média 2015	12,59
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	12,44
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,37
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	11,99
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,25
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,60
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	12,19
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,64
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,90
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,58
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	12,86
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,37
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	13,00
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,47
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	13,02
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,55
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	13,02
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,50
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,47

Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,66
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,12

Fonte: próprio autor

Com as médias contidas na Tabela 18, criou-se o histograma de consumo por estação do ano exposto na Figura 40.

Figura 40 - Histograma do Consumo Médio por Estações do Ano - Região Oeste



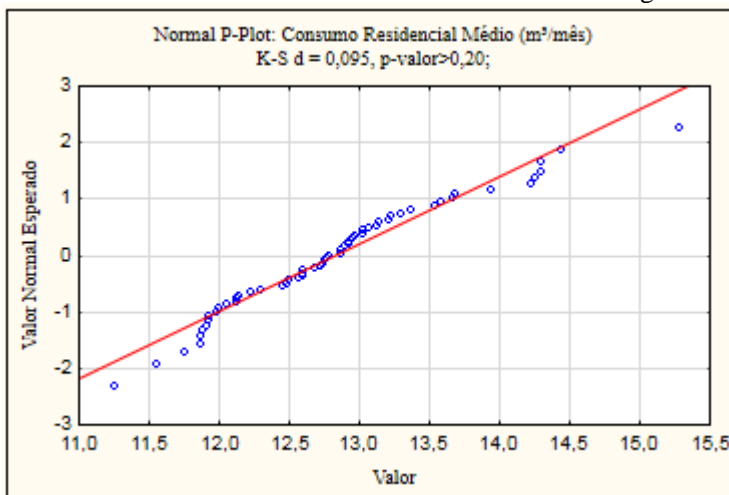
Fonte: próprio autor

Diante das informações contidas no histograma da Figura 40 e da Tabela 18, vê-se que o maior consumo médio para a região Oeste é no verão de 2014, 14,47m³/mês, e o menor consumo médio se dá no inverno de 2011, 11,99 m³/mês.

O verão de 2014 é a época que tem maior média de temperatura e a menor média de umidade relativa do ar na cidade de Joinville, durante o período de análise. Enquanto que o inverno de 2011 foi a estação em que se registrou a menor média de temperatura no município no mesmo período. Além disto, ao se comparar as médias anuais, nota-se que 2014 é o ano com um consumo elevado quando comparado aos demais para esta região.

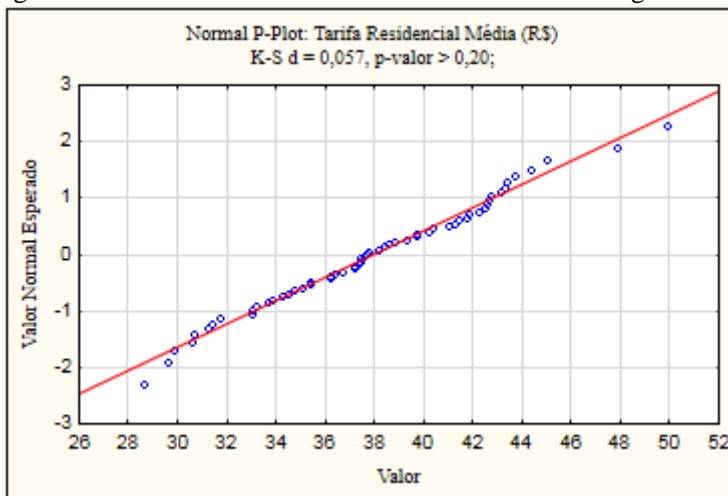
Isto posto, verificou-se a aderência da amostra dos dados da Tabela 17, consumo residencial médio e tarifa residencial média, a distribuição normal, através do teste Kolmogorov-Smirnov, afim de que se constatada tal aderência e então aplicar o teste de correlação entre as variáveis. Os resultados subseguem nas Figuras 41 e 42 e resumidos na Tabela 19.

Figura 41 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Oeste



Fonte: próprio autor

Figura 42 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Oeste



Fonte: próprio autor

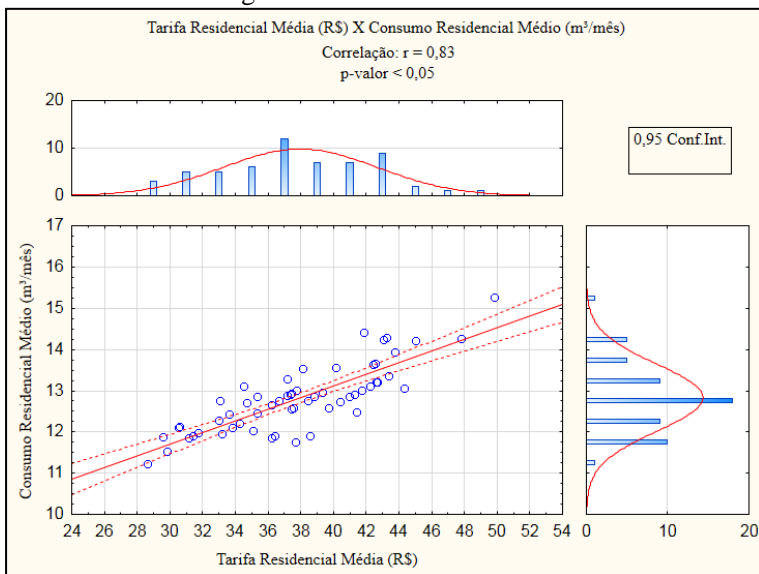
Tabela 19 - Resumo Teste de Normalidade Kolmogorov - Smirnov - Região Oeste

Variável	Quantidade de Dados	Valor K-S d	$d_c$	$d < d_c$	p-valor
Consumo Residencial Médio	58	0,095	0,178	Sim	>0,20
Tarifa Residencial Média	58	0,057	0,178	Sim	>0,20

Fonte: próprio autor

Conforme os resultados obtidos e demonstrados nas Figuras 41 e 42, os dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média aderem ao padrão de distribuição normal. Como o teste de aderência já foi aplicado as variáveis temperatura média e umidade relativa do ar média anteriormente e mostraram que as mesmas também aderem ao padrão normal, aplicou-se o teste de correlação de Pearson entre o consumo residencial médio e as demais variáveis. As Figuras 43, 44 e 45 expõem os resultados dos testes de correlação de Pearson.

Figura 43 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Oeste



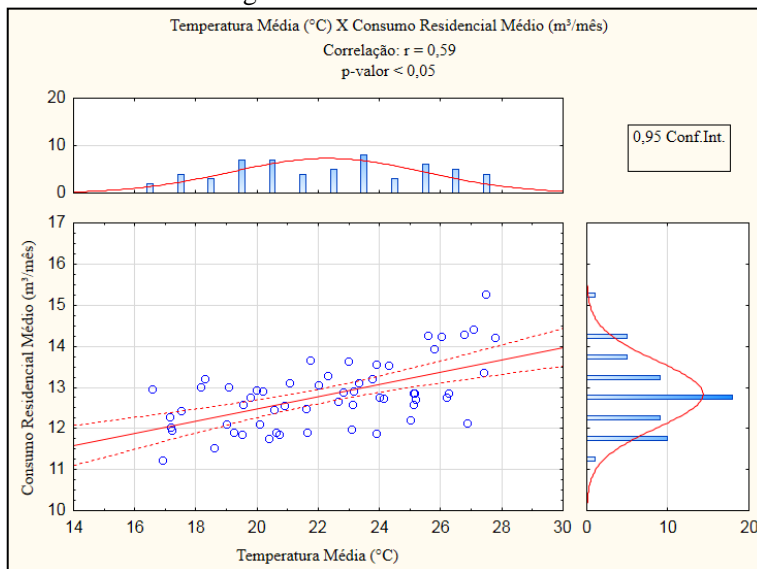
Fonte: próprio autor

Consoante aos dados da Figura 43, as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio apresentam uma correlação linear positiva forte, com coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,83.

Logo, há uma tendência forte de que quando houver variação em uma das variáveis ocorra uma variação de mesmo sentido na outra. Entretanto, não há como afirmar que as variações que ocorrem em uma destas variáveis implicam diretamente na variação da outra.



Figura 44 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Oeste

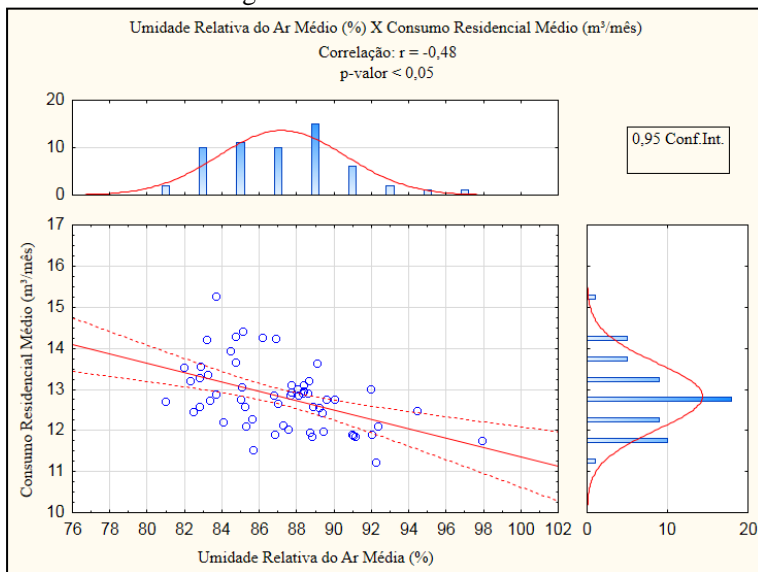


Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre as variáveis consumo residencial médio e temperatura média foi de 0,59, o que implica em uma correlação positiva moderada.

Logo, há uma tendência moderada de quando houver uma variação na temperatura, o consumo residencial tende a variar no mesmo sentido, mesmo que não se possa afirmar que a causa da variação no consumo seja exclusivamente a mudança de temperatura.

Figura 45 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Médio e Consumo Residencial Médio - Região Oeste.



Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação entre a umidade relativa do ar médio e o consumo residencial médio é de  $-0,48$ , sendo assim, as variáveis possuem uma correlação linear negativa moderada. Isto posto, há uma tendência moderada de quando houver uma variação na umidade relativa do ar, haja também uma variação no sentido oposto no consumo residencial de água.

A Tabela 20 traz um resumo dos resultados de correlação entre as variáveis tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média e o consumo residencial médio.

Tabela 20 - Resumo de Correlações - Região Oeste.

Variável	Tarifa Residencial Média	Temperatura Média	Umidade Relativa do Ar Média
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,83$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,59$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,48$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.5. Pirabeiraba

A região de Pirabeiraba é constituída por 3 bairros – Rio Bonito, Pirabeiraba Centro e Dona Francisca – todos com uso principal do solo industrial. O consumo residencial médio da região entre janeiro de 2011 e outubro de 2015 foi de 12,64 m<sup>3</sup>/mês. A Tabela 21 a seguir traz o resumo das informações referente ao consumo médio mensal e tarifa residencial média na região, bem como dos dados de temperatura média e umidade relativa do ar média na cidade no mesmo período.

Tabela 21 – Médias Mensais – Pirabeiraba

Mês-Ano	Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa Residencial Média (R\$)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa do Ar Média(%)
Jan 2011	13,04	34,20	26,88	87,29
Fev 2011	13,20	34,79	26,19	90,02
Mar 2011	11,87	29,57	23,88	91,04
Abr 2011	13,16	34,65	23,32	87,70
Mai 2011	11,72	29,00	20,09	85,28
Jun 2011	11,89	31,32	17,13	85,63
Jul 2011	11,46	29,53	16,91	92,21
Ago 2011	10,95	27,41	17,51	89,39
Set 2011	11,80	30,96	18,58	85,64
Out 2011	12,32	33,12	21,64	86,83

<b>Nov 2011</b>	12,42	33,52	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	12,36	33,28	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,36	37,42	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	13,95	39,86	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	12,61	34,31	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	13,19	36,70	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	11,48	29,62	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	11,80	32,44	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	12,39	35,02	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	11,51	31,18	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	12,96	37,52	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,49	35,44	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	12,35	34,87	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,20	38,53	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,32	39,06	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,06	37,95	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	12,77	36,69	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	12,89	37,21	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	12,22	34,28	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	12,33	34,77	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	11,87	34,33	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	11,83	34,13	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	13,08	39,85	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	12,30	36,27	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	13,39	41,28	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	13,06	39,77	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	13,98	43,96	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	15,69	51,76	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	12,81	38,59	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	12,81	38,60	22,97	89,10

<b>Mai 2014</b>	12,75	38,33	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	11,73	35,54	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,60	39,74	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	13,13	42,30	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,50	39,25	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	13,59	44,49	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	13,07	42,01	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	13,35	43,37	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,37	43,45	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	13,75	45,30	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,37	38,63	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,41	38,86	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	12,30	38,30	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,25	38,08	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	12,32	40,58	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,64	42,19	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,10	39,46	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	12,12	39,53	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Utilizando os dados de consumo da região, fornecidos pela Companhia Águas de Joinville, calculou-se também a média do consumo residencial para cada ano – 2011 a 2015 – bem como o consumo médio por estação do ano. As referidas informações estão dispostas na Tabela 22, subsequente.

Tabela 22 - Médias de Consumo - Pirabeiraba

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,64
Média 2011	12,18
Média 2012	12,61

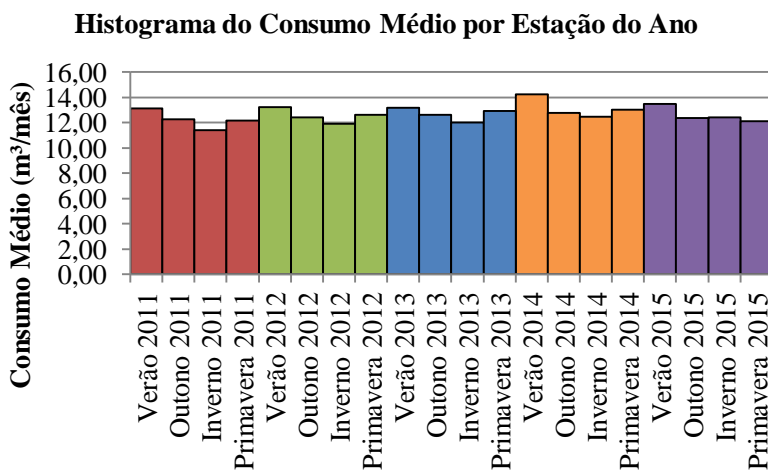
Média 2013	12,68
Média 2014	13,17
Média 2015	12,56
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,12
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,25
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	11,43
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,18
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,22
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	12,42
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	11,90
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,60
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,19
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	12,63
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,01
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	12,92
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,25
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	12,79
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,49
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	13,05
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,49
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,36

Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,41
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,11

Fonte: próprio autor

Baseado nas informações da Tabela 22, fez-se o histograma da Figura 46 com os valores de consumo médio por estação do ano.

Figura 46 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano - Pirabeiraba



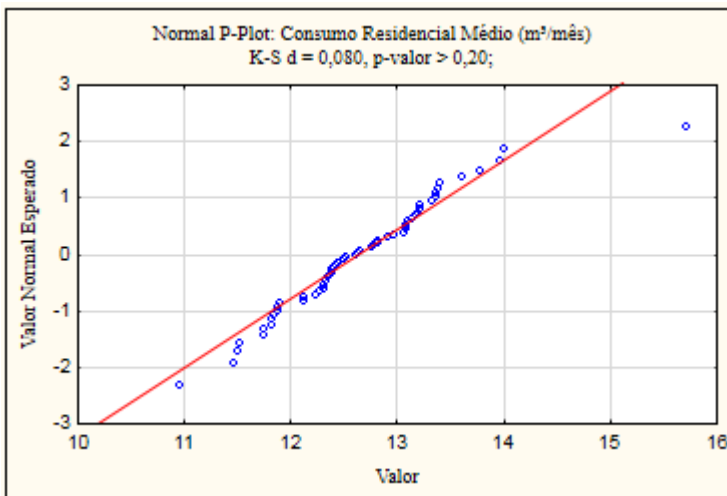
Fonte: próprio autor

Consoante às informações expostas na Tabela 22 e no histograma da Figura 46, o verão de 2014 foi a estação do ano que apresentou maior consumo na região de Pirabeiraba, coincidindo, portanto, com o período de maior temperatura média e menor umidade relativa do ar média na cidade de Joinville. O menor consumo médio foi verificado no inverno de 2011, mesmo período em que ocorreu a menor média de temperatura no município dentro do período de análise.

Isto posto, verificou-se a aderência das variáveis de consumo residencial médio e tarifa residencial média, dispostas na Tabela 21, com a distribuição normal. Uma vez verificada a aderência ao padrão normal, pode-se avaliar a correlação entre a variável consumo

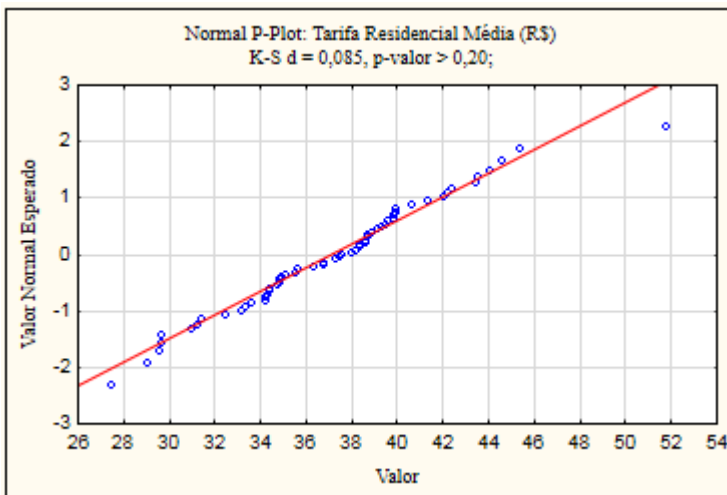
residencial médio e as demais. As Figuras 47 e 48 expõem os resultados obtidos, que foram reunidos na Tabela 23.

Figura 47 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba



Fonte: próprio autor

Figura 48 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média – Pirabeiraba



Fonte: próprio autor



Tabela 23 - Resumo Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov - Pirabeiraba

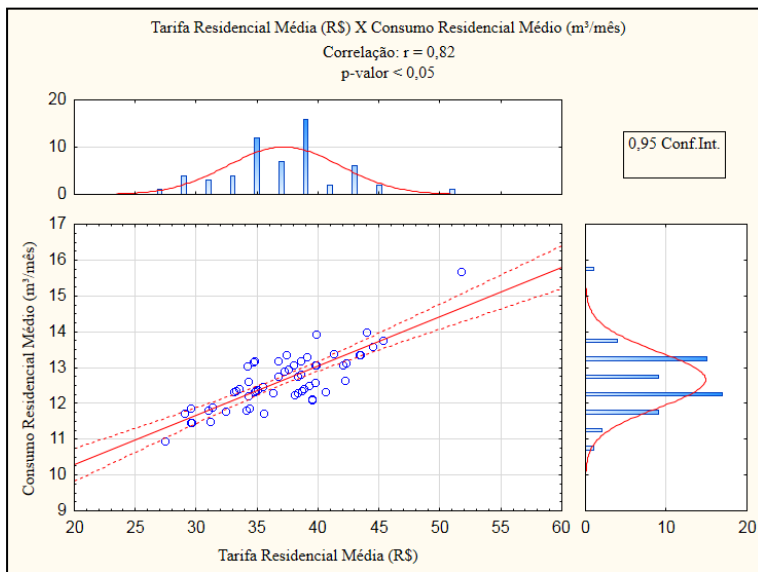
<b>Variável</b>	<b>Quantidade de Dados</b>	<b>Valor K-S d</b>	<b>d<sub>c</sub></b>	<b>d &lt; d<sub>c</sub></b>	<b>P-valor</b>
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,080</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,085</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

Fonte: próprio autor

Diante do exposto na Tabela 23, a qual resume os resultados obtidos no teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, ambas as variáveis apresentaram uma distância (d) entre a distribuição de frequência da amostra e a distribuição de frequência normal menor que a distância crítica (d<sub>c</sub>).

Logo, pode-se considerar as amostras com uma distribuição normal e portanto, prosseguir com os testes de correlação. Os resultados dos testes de correlação subseguem nas Figuras 49, 50 e 51.

Figura 49 - Correlação entre Tarifa Residencial Médio e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba

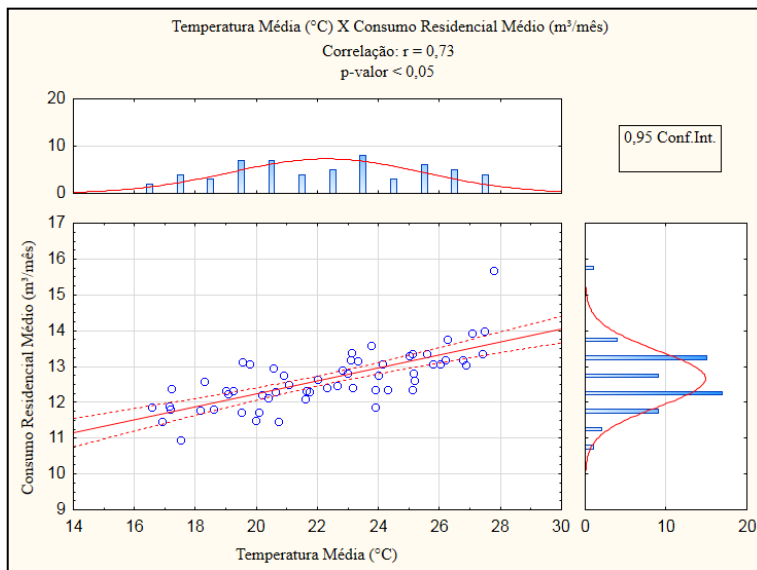


Fonte: próprio autor

Na região de Pirabeiraba as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio apresentaram uma correlação linear positiva forte, uma vez que o coeficiente resultante do teste de correlação de Pearson foi de 0,82.

Sendo assim, há uma tendência forte de que o consumo residencial médio e a tarifa residencial média variem em um mesmo sentido. Entretanto não se pode afirmar a relação de causa e efeito entre estas variáveis.

Figura 50 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba

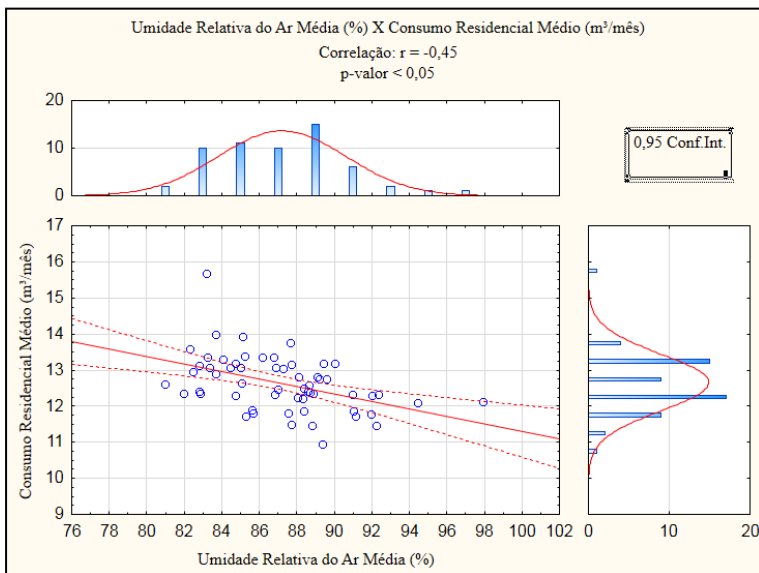


Fonte: próprio autor

As variáveis temperatura média e consumo residencial médio, na região de Pirabeiraba, apresentaram um coeficiente de correlação linear ( $r$ ) de 0,73, logo há uma correlação linear positiva forte entre estas variáveis.

Deste modo, apesar do teste não permitir afirmar que a variação da temperatura cause a variação no consumo, pode-se afirmar que há uma tendência forte de que essas variáveis variem de maneira conjunta.

Figura 51 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Pirabeiraba



Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação linear ( $r$ ) entre as variáveis umidade relativa do ar média e consumo residencial médio é de  $-0,45$ , o que caracteriza uma correlação linear negativa moderada. Sendo assim, pode-se afirmar que há uma tendência moderada de que ao se verificar a ocorrência de uma variação na umidade relativa do ar, verificar-se-á uma variação no sentido oposto na variável consumo residencial, mesmo que não se possa afirmar que a variação causa a alteração da outra.

A Tabela 24, subsequente, reúne os resultados do teste de correlação efetuados para região de Pirabeiraba.

Tabela 24 - Resumo de Correlações - Pirabeiraba

Variável	Tarifa Residencial Média	Temperatura Média	Umidade Relativa do Ar Média
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,82$	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,73$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,45$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.6. Sudeste

A região Sudeste é composta por sete bairros – Adhemar Garcia, Fátima, Guanabara, Jarivutaba, João Costa, Paranaguá-Mirim e Ulysses Guimarães – em sua maioria com uso principal do solo caracterizado como residencial. Durante o período compreendido entre janeiro 2011 e outubro 2015, o consumo residencial médio na região foi de 12,38 m<sup>3</sup>/mês. As médias de consumo mensal na região estão expostas na Tabela 25, junto com as informações de tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média.

Tabela 25 – Médias Mensais – Região Sudeste

Mês-Ano	Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa Residencial Média (R\$)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa do Ar Média (%)
Jan 2011	13,51	36,01	26,88	87,29
Fev 2011	13,18	34,71	26,19	90,02
Mar 2011	13,36	35,45	23,88	91,04
Abr 2011	11,97	29,98	23,32	87,70
Mai 2011	12,55	32,27	20,09	85,28
Jun 2011	12,30	33,02	17,13	85,63
Jul 2011	11,39	29,25	16,91	92,21
Ago 2011	12,36	33,27	17,51	89,39
Set 2011	12,46	33,69	18,58	85,64

<b>Out 2011</b>	12,93	35,66	21,64	86,83
<b>Nov 2011</b>	12,83	35,21	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	12,48	33,77	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,84	39,43	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,19	40,87	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	13,89	39,62	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	12,89	35,49	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	12,48	33,76	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	12,11	33,79	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	12,49	35,45	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,35	34,87	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	12,97	37,55	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,94	37,41	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	12,78	36,72	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,64	40,46	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,78	41,07	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,16	38,37	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,89	41,57	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,14	38,27	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	13,22	38,64	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	13,05	37,91	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	12,57	37,51	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,00	34,92	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	13,30	40,86	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	12,16	35,66	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	13,90	43,60	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	12,58	37,56	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	14,52	46,40	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	15,61	51,37	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,38	41,23	25,14	88,09

<b>Abr 2014</b>	13,13	40,07	22,97	89,10
<b>Mai 2014</b>	12,95	39,27	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	12,74	40,44	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,45	39,03	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,38	38,70	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,82	40,82	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	12,34	38,49	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	14,04	46,65	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	12,55	39,51	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,82	45,63	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	13,61	44,59	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,95	41,43	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,48	39,15	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	13,07	42,01	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,49	39,20	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,81	37,97	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,63	42,13	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,29	40,41	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	12,69	42,45	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Utilizando-se dos dados de consumo na região Sudeste, calcularam-se também as médias de consumo mensais nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015, bem como a média de consumo mensal por estação do ano, presentes na Tabela 26. Ademais, em posse das informações do consumo mensal por estação do ano, foi elaborado um histograma – Figura 52 – a fim de facilitar a visualização destas informações.

Tabela 26 - Médias de Consumo - Região Sudeste

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,38

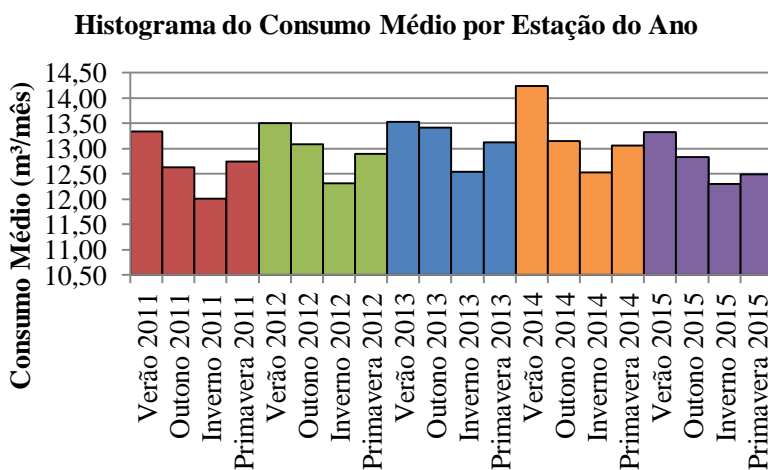
Média 2011	12,61
Média 2012	13,05
Média 2013	13,06
Média 2014	13,24
Média 2015	12,78
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,34
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,63
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	12,02
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,74
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,50
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	13,09
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,32
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,90
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,53
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,42
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,54
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	13,12
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,23
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	13,16
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,53
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	13,07
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,33



Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,83
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,31
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,49

Fonte: próprio autor

Figura 52 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano – Região Sudeste



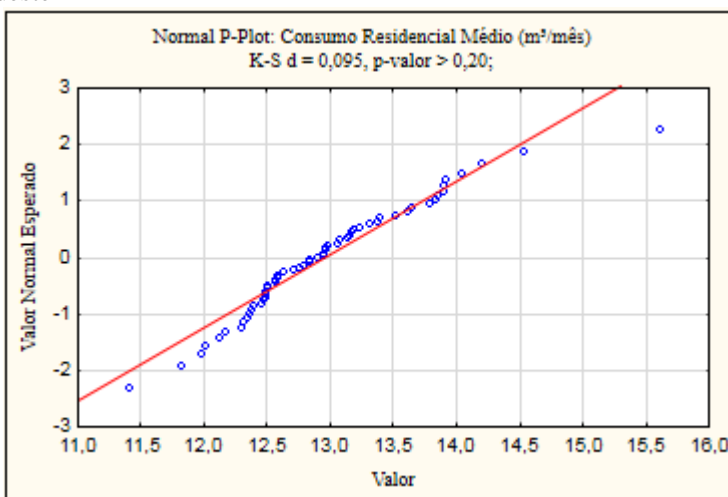
Fonte: próprio autor

Como pode ser observado na Tabela 26 e no histograma da Figura 52, as médias anuais de consumo aumentaram entre 2011 e 2014, ano em que ocorre a maior média de consumo, e voltam a cair em 2015.

Quando avaliado o consumo por estações do ano, vê-se que o maior consumo residencial médio ocorreu no verão de 2014, assim como para todas as demais regiões, e conforme a Tabela 6, coincide com o mesmo período em que ocorreu a maior média de temperatura e menor média de umidade relativa do ar, entre janeiro 2011 e outubro 2015. Observa-se ainda que o menor consumo residencial médio – 12,02 m<sup>3</sup>/mês – ocorreu no inverno de 2011, período com menor média de temperatura dentro dos anos analisados.

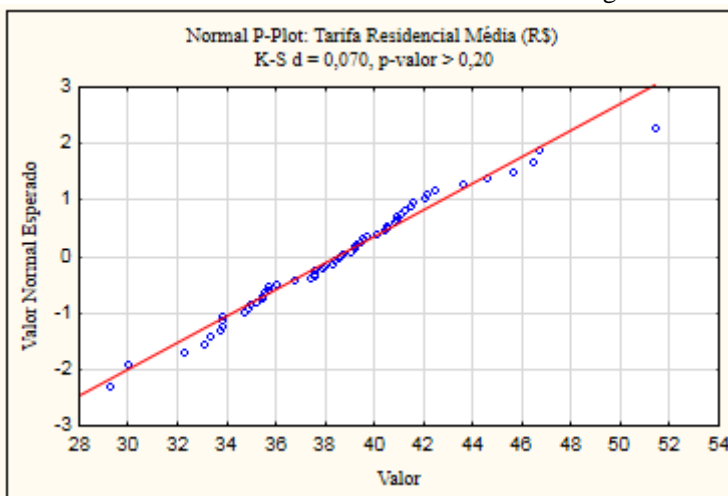
Isto posto, verificou-se a aderência dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média, contidos na Tabela 25, ao padrão de distribuição normal através do teste Kolmogorov-Smirnov, utilizando o software STATISTICA. As variáveis temperatura média e umidade relativa do ar média já foram verificadas anteriormente quanto a normalidade, utilizando o mesmo software e o mesmo teste. Os resultados obtidos subseguem nas Figuras 53 e 54 e foram resumidas na Tabela 28.

Figura 53 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sudeste



Fonte: próprio autor

Figura 54 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sudeste



Fonte: próprio autor

Tabela 27 - Resumo do Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sudeste

Variável	Quantidade de Dados	Valor K-S d	$d_c$	$d < d_c$	p-valor
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,095</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,070</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

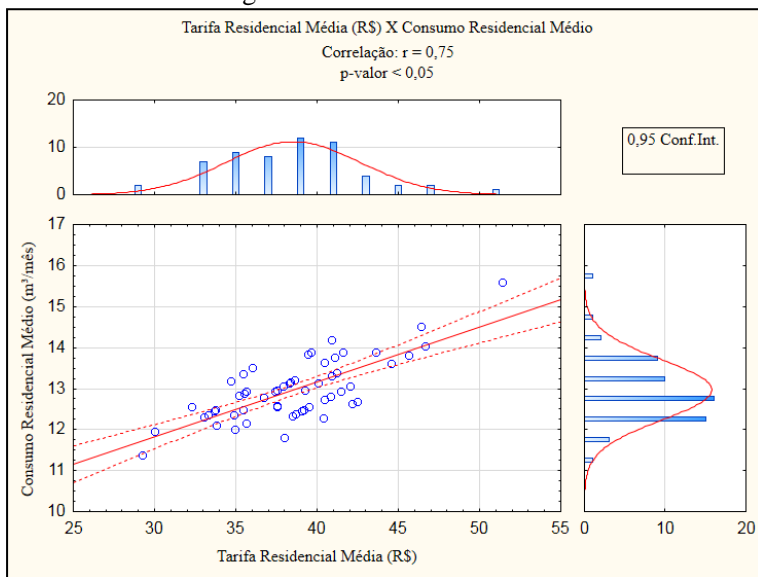
Fonte: próprio autor

Os resultados obtidos com o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov permitem concluir que há aderência entre a distribuição amostral e a distribuição teórica normal, logo se pode considerar que os dados possuem uma distribuição normal.

Desta maneira, pode-se realizar o teste de correlação de Pearson entre a variável consumo residencial médio e as demais contidas na Tabela 25 – tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média – uma vez que a condição de aderência ao padrão

normal foi verificada. Os resultados dos testes de correlação estão dispostos nas Figuras 55, 56 e 57.

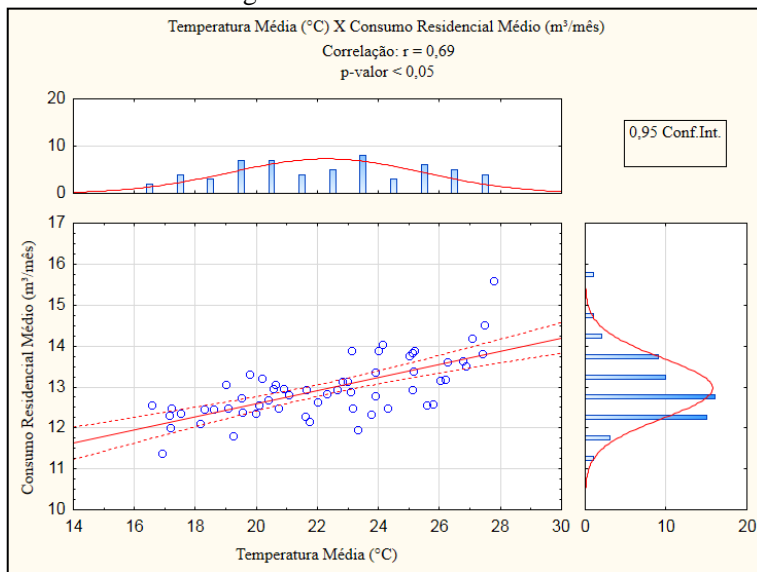
Figura 55 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudeste



Fonte: próprio autor

O resultado do teste de correlação de Pearson entre as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio permitem concluir que há uma correlação positiva forte entre elas. Sendo assim, sabe-se que há uma tendência forte de que variem em um mesmo sentido, apesar de não ser possível afirmar a relação de causa e efeito entre elas.

Figura 56 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudeste

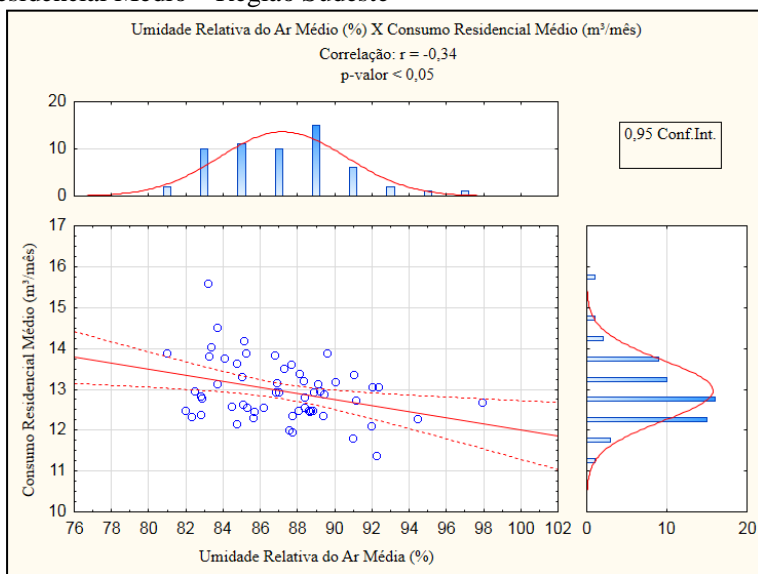


Fonte: próprio autor

O teste de correlação de Pearson entre a temperatura média e o consumo residencial médio apontou que há uma correlação positiva moderada entre estas variáveis, uma vez que o coeficiente de correlação ( $r$ ) foi de 0,69 entre elas.

Isto posto, pode-se afirmar que há uma tendência moderada de que elas variem de maneira conjunta em um mesmo sentido. No entanto não se pode afirmar que uma variação na temperatura causa a variação do consumo apenas com este teste.

Figura 57 – Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio – Região Sudeste



Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação entre a umidade relativa do ar média e o consumo residencial médio foi de  $-0,34$ , o que indica uma correlação negativa moderada entre estas variáveis, ou seja, há uma tendência moderada de que quando houver uma variação na umidade relativa do ar, ocorra também uma variação no sentido contrário no consumo residencial.

A Tabela 28 agrupa um resumo das correlações entre o consumo residencial médio e as demais variáveis para a região Sudeste.

Tabela 28 - Resumo de Correlações - Região Sudeste.

<b>Variável</b>	<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>Temperatura Média</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média</b>
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,75$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,69$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,34$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.7. Sudoeste

A região Sudoeste é composta por três bairros, dentre os quais predomina o uso principal do solo a atividade industrial. A região apresenta um consumo residencial médio de 12,33 m<sup>3</sup>/mês, entre janeiro 2011 a outubro 2015. A Tabela 29 expõe as médias mensais de consumo residencial, bem como a tarifa média mensal e os dados de temperatura média e umidade relativa do ar média para cidade de Joinville.

Tabela 29 – Médias Mensais – Região Sudoeste

<b>Mês-Ano</b>	<b>Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa Residencial Média (R\$)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média(%)</b>
<b>Jan 2011</b>	11,13	26,67	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	12,36	31,49	26,19	90,02
<b>Mar 2011</b>	11,17	26,85	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	13,04	34,19	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	11,85	29,48	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	11,93	31,48	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	10,82	26,88	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	11,54	29,87	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	12,11	32,22	18,58	85,64
<b>Out 2011</b>	11,79	30,90	21,64	86,83

<b>Nov 2011</b>	12,76	34,93	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	13,79	39,20	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	12,81	35,14	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	13,03	36,07	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	13,27	37,05	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	12,10	32,19	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	11,49	29,64	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	12,70	36,36	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	11,64	31,77	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	11,71	32,08	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	13,34	39,14	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,52	35,60	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	13,44	39,61	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,85	41,36	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	12,24	34,39	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	14,06	42,28	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	12,44	35,25	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	12,52	35,60	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	12,71	36,42	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	11,87	32,75	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	11,76	33,85	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,61	37,72	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	12,41	36,81	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	13,40	41,29	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	12,28	36,20	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	13,33	40,96	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	14,69	47,21	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	13,58	42,11	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	12,67	37,96	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,34	41,03	22,97	89,10



<b>Mai 2014</b>	12,35	36,53	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	11,58	34,85	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,90	41,20	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,31	38,35	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,20	37,83	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	13,65	44,80	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	12,49	39,22	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	13,29	43,06	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,77	45,38	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	12,52	39,38	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,21	37,89	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,48	39,17	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	11,68	35,32	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,29	38,25	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	12,00	38,93	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,67	42,33	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,33	40,61	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	11,60	36,93	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

A partir dos dados de consumo da região foram calculadas também as médias anuais de consumo (2011,2012,2013,2014 e 2015), bem como as médias por estação do ano. Sendo assim, subseguem a Tabela 30, a qual expõe as médias supramencionadas, e a Figura 58, que mostra o histograma de consumo por estação do ano.

Tabela 30 - Médias de Consumo - Região Sudoeste

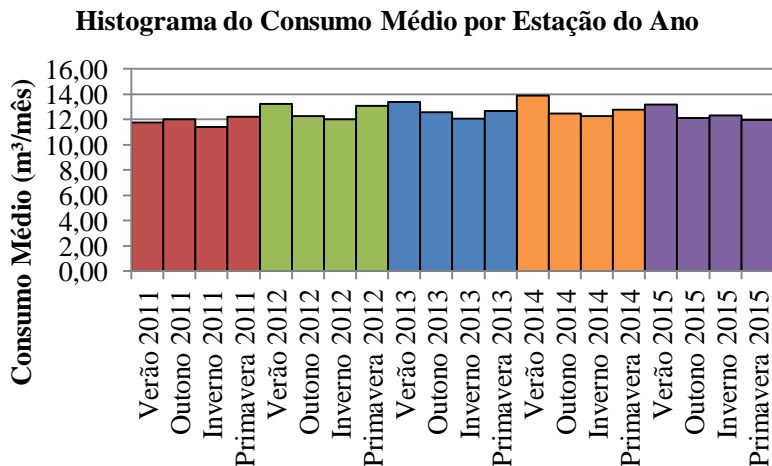
<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,33
Média 2011	12,02
Média 2012	12,66
Média 2013	12,64
Média 2014	12,92

Média 2015	12,36
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	11,74
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,02
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	11,43
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,22
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,21
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	12,28
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,02
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	13,10
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,38
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	12,56
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,08
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	12,70
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	13,87
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	12,49
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,26
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	12,78
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,19
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,13
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,32

Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	11,97
--	-------

Fonte: próprio autor

Figura 58 - Histograma de Consumo Médio por Estação do Ano – Região Sudoeste



Fonte: próprio autor

Consoante ao que pode ser observado nas informações anteriores, o menor consumo médio na Região Sudoeste foi no inverno de 2011, mesma estação em que se verifica a menor média de temperatura na cidade de Joinville. O maior consumo por estação do ano ocorreu no verão de 2014 – 13,87 m<sup>3</sup>/mês – mesma estação em que houve a maior média de temperatura na cidade e a menor umidade relativa do ar média.

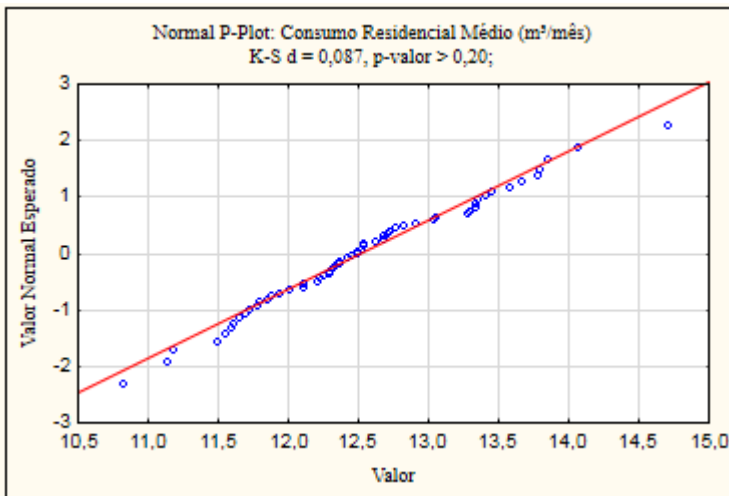
Com as informações de consumo mensal médio por ano é possível notar que não há uma variação muito grande nas médias anuais, no entanto o ano de 2014 foi o que registrou maior média de consumo com 12,92 m<sup>3</sup>/mês e o ano de 2011 o que teve menor média, com 12,02 m<sup>3</sup>/mês.

Isto posto, a fim de verificar a existência de uma correlação entre a variável consumo residencial médio e as demais – tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média – avaliou-se a aderência a distribuição normal dos dados de consumo residencial

médio e tarifa residencial média da Tabela 29 através do teste Kolmogorov-Smirnov, utilizando o software STATISCA.

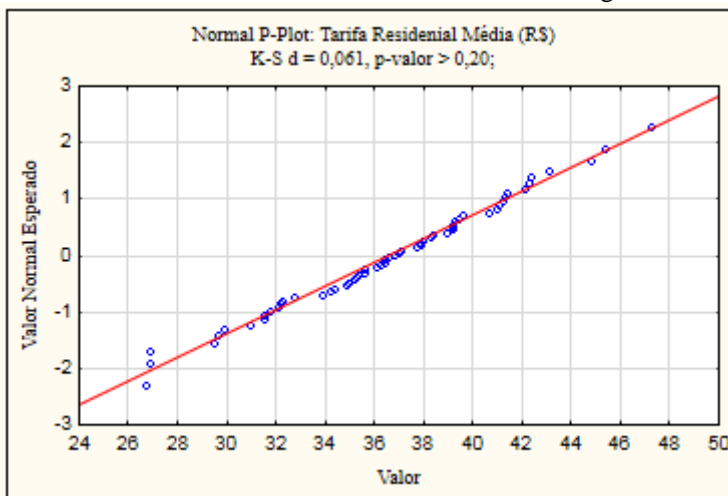
As Figuras 59 e 60 a seguir mostram os resultados obtidos com o teste e a Tabela 31, resumi as informações.

Figura 59 – Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste



Fonte: próprio autor

Figura 60 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sudoeste



Fonte: próprio autor

Tabela 31 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sudoeste.

Variável	Quantidade de Dados	Valor K-S d	$d_c$	$d < d_c$	P-valor
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,087</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,061</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

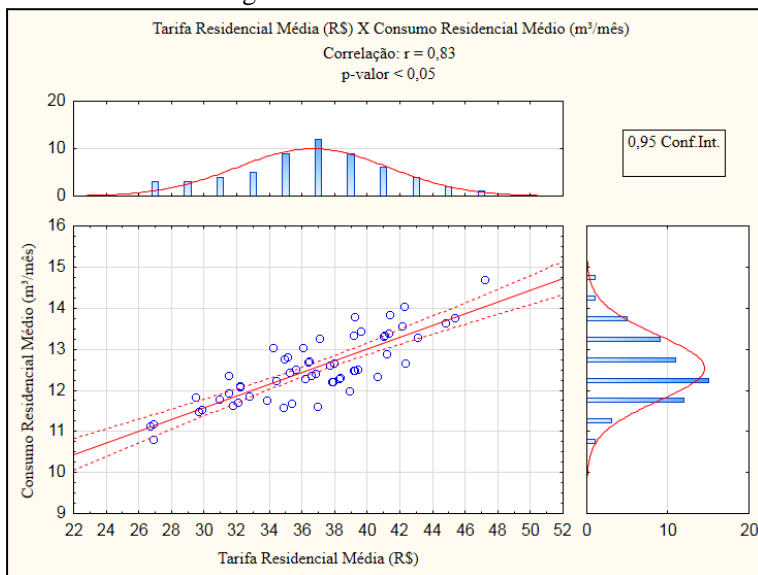
Fonte: próprio autor

Consoante a Tabela 31, a qual reúne o resultado do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov aplicado, a distribuição dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média aderem ao padrão normal, haja visto que a distância entre a distribuição dos dados destas variáveis e a distribuição normal teórica é menor que a distância crítica para 58 dados.

Desta maneira, aplicou-se o teste de correlação linear de Pearson entre as variáveis consumo residencial médio e as demais apresentadas

na Tabela 29, para verificar se há algum indício de correlação entre elas. Os resultados obtidos subseguem nas Figuras 61, 62 e 63.

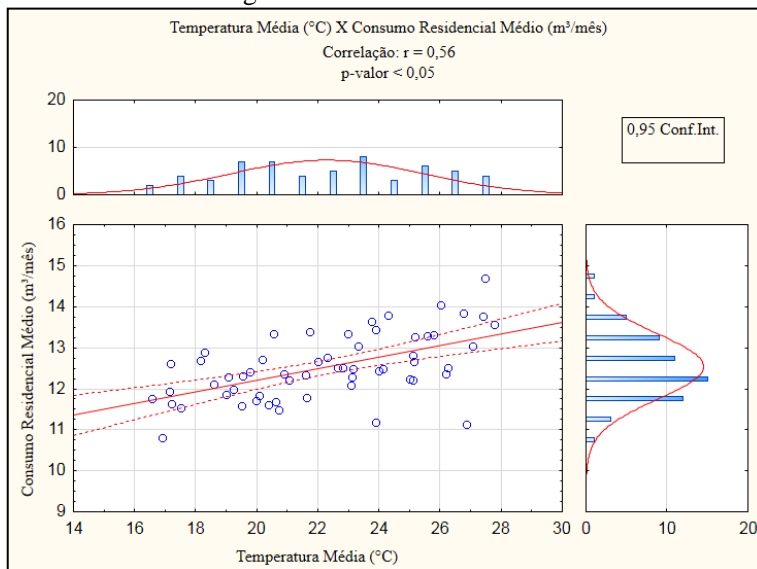
Figura 61 - Correlação entre Consumo Residencial Médio e Tarifa Residencial Médio - Região Sudoeste



Fonte: próprio autor

Consoante ao teste de correlação linear de Pearson, as variáveis consumo residencial médio e tarifa residencial média possuem uma correlação linear positiva forte. Sendo assim, apesar não ser possível afirmar a relação de causa e efeito entre elas, sabe-se que há uma tendência de que elas variem conjuntamente em um mesmo sentido.

Figura 62 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste

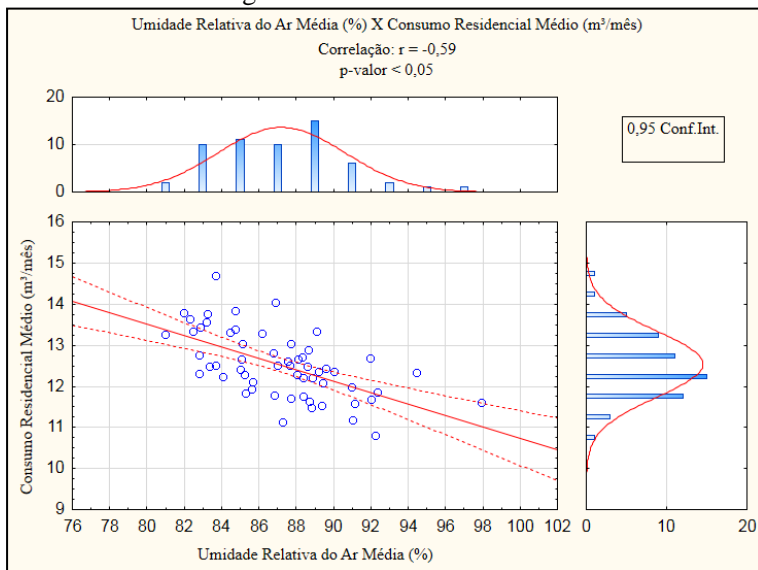


Fonte: próprio autor

O teste de correlação mostrou que as variáveis temperatura média e consumo residencial médio apresentam uma correlação linear positiva moderada, visto que o coeficiente de correlação ( $r$ ) entre elas é de 0,56.

Sendo assim, há uma tendência moderada de que ao ocorrer uma elevação na temperatura haja também uma elevação no consumo, mesmo não sendo possível afirmar somente com este teste que o aumento da temperatura é que causa a elevação no consumo.

Figura 63 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Sudoeste



Fonte: próprio autor

Há uma correlação linear negativa moderada entre as variáveis consumo residencial médio e umidade relativa do ar média. Logo, há uma tendência moderada de que ao se verificar uma queda na umidade relativa do ar, note-se também um aumento no consumo residencial. Cabe ressaltar que o teste aplicado não permite afirmar a relação de causa e efeito entre as variáveis, mas somente verificar a tendência de correlação entre elas.

A Tabela 32 agrupa os resultados obtidos nos testes de correlação de Pearson apresentados anteriormente.



Tabela 32 - Resumo de Correlações - Região Sudoeste.

<b>Variável</b>	<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>Temperatura Média</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média</b>
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,83$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,56$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,59$

Fonte: autor próprio

#### 4.2.8. Sul

A região Sul de Joinville é composta por oito bairros – Boehmerwald, Floresta, Itaum, Itinga, Parque Guarani, Petrópolis, Profipo e Santa Catarina – em sua maioria bairros com uso predominante do solo residencial. A média de consumo residencial nesta região, entre janeiro de 2011 e outubro de 2015 foi de 12,65 m<sup>3</sup>/mês. Os dados médios mensais de consumo, tarifa, temperatura e umidade relativa do ar estão dispostos na Tabela 33.

Tabela 33 - Médias Mensais - Região Sul

<b>Mês-Ano</b>	<b>Consumo Residencial Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Tarifa Residencial Média (R\$)</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média (%)</b>
<b>Jan 2011</b>	13,68	36,71	26,88	87,29
<b>Fev 2011</b>	12,96	33,86	26,19	90,02
<b>Mar 2011</b>	13,31	35,26	23,88	91,04
<b>Abr 2011</b>	12,24	31,02	23,32	87,70
<b>Mai 2011</b>	12,98	33,93	20,09	85,28
<b>Jun 2011</b>	12,44	33,60	17,13	85,63
<b>Jul 2011</b>	11,70	30,53	16,91	92,21
<b>Ago 2011</b>	12,40	33,44	17,51	89,39
<b>Set 2011</b>	12,46	33,70	18,58	85,64
<b>Out 2011</b>	12,83	35,20	21,64	86,83

<b>Nov 2011</b>	12,81	35,16	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	12,88	35,45	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,64	38,60	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,08	40,40	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	13,87	39,52	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	13,68	38,77	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	12,07	32,09	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	12,50	35,49	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	12,60	35,94	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	11,98	33,24	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	13,22	38,62	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,76	36,63	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	12,96	37,50	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,70	40,74	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	13,22	38,65	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	13,08	38,01	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,34	39,15	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,32	39,05	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	13,14	38,28	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	13,10	38,11	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	12,56	37,48	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	12,27	36,14	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	13,04	39,65	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	11,78	33,92	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	14,03	44,16	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	12,96	39,31	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	13,93	43,72	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	15,59	51,29	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,10	39,94	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,18	40,32	22,97	89,10

<b>Mai 2014</b>	12,76	38,38	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	12,44	38,95	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,68	40,12	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,50	39,26	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,62	39,85	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	12,37	38,65	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	13,80	45,54	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	12,77	40,58	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,42	43,71	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	13,81	45,57	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,67	40,08	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,12	37,43	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	12,87	41,03	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,52	39,37	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,59	36,85	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,50	41,50	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,78	42,92	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	12,07	39,31	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Com os dados de consumo da região Sul foram calculadas também as médias de consumo para cada ano do banco de dados, bem como as médias por estação do ano. Estas informações foram agrupadas na Tabela 34. Com as informações de consumo médio por estações do ano, foi elaborado o histograma de consumo por estação do ano, apresentado na Figura 64.

Tabela 34 - Médias de Consumo - Região Sul

<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,65
Média 2011	12,72
Média 2012	13,09
Média 2013	12,99

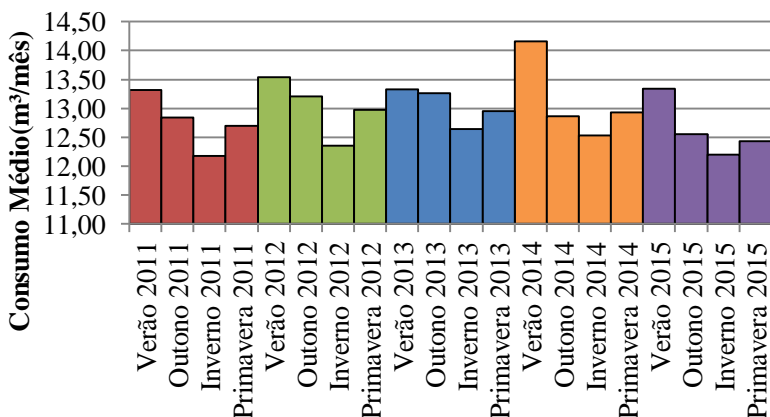
Média 2014	13,15
Média 2015	12,64
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	13,32
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,84
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	12,18
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	12,70
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,54
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	13,21
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,36
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,98
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,33
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,26
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,64
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	12,95
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,16
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	12,87
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,54
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	12,93
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,34
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,55

Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,21
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	12,43

Fonte: próprio autor

Figura 64 - Histograma de Consumo Médio por Ano - Região Sul

### Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano

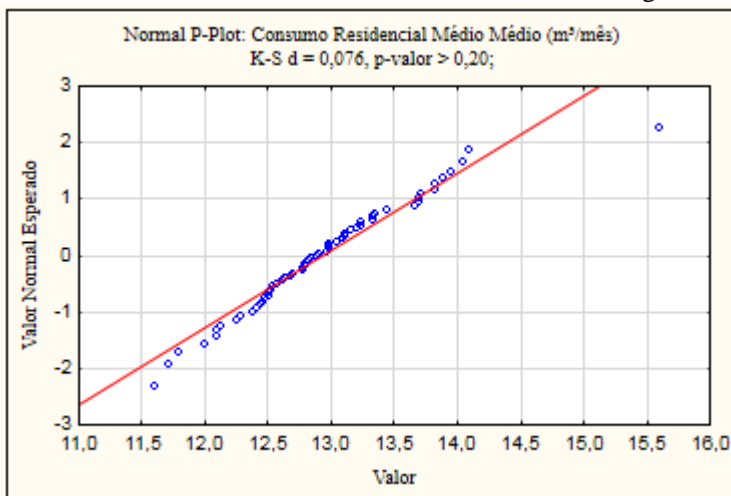


Fonte: próprio autor

Conforme as informações da Tabela 34 e da Figura 64 o maior consumo médio foi de 14,16 m<sup>3</sup>/mês, registrado no verão de 2014, mesmo período que ocorreu a maior média de temperatura e a menor umidade relativa do ar média, vide as informações da Tabela 6. O menor consumo médio observado foi no inverno de 2011, mesmo período com menor média de temperatura entre 2011 e 2015.

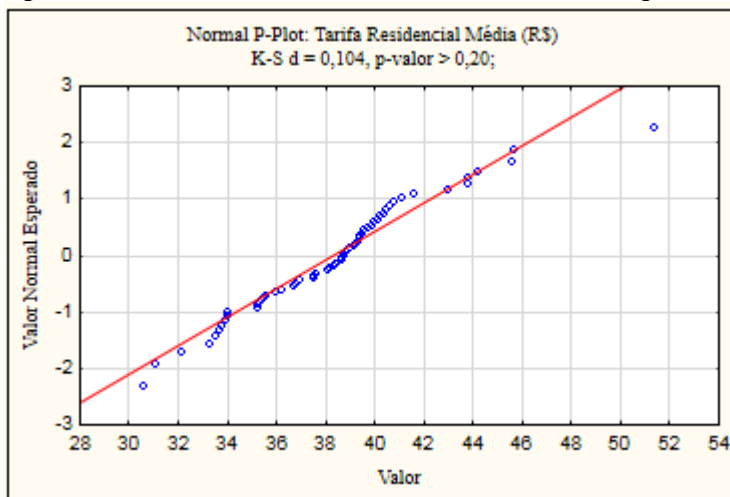
Sendo assim, verificou-se a aderência à distribuição normal dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média da Tabela 33, através do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, utilizando o software STATISTICA. A seguir as Figuras 65 e 66 mostram os resultados obtidos e os mesmo foram resumidos na Tabela 35.

Figura 65 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Região Sul



Fonte: próprio autor

Figura 66 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Região Sul



próprio autor

Fonte:

Tabela 35 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Região Sul

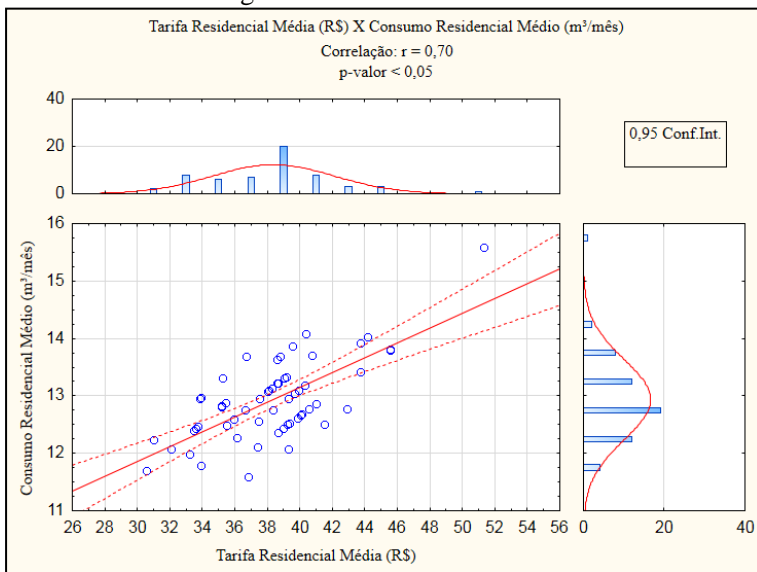
<b>Variável</b>	<b>Quantidade de Dados</b>	<b>Valor K-S d</b>	<b>d<sub>c</sub></b>	<b>d &lt; d<sub>c</sub></b>	<b>P-valor</b>
<b>Consumo Residencial Médio</b>	<b>58</b>	<b>0,076</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>
<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>58</b>	<b>0,104</b>	<b>0,178</b>	<b>Sim</b>	<b>&gt;0,20</b>

Fonte: próprio autor

Consoante às informações apresentadas na Tabela 35, pode-se considerar que os dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média aderem ao padrão normal, uma vez que a distância entre a distribuição teórica e a amostral é menor que a crítica.

Sabendo-se que as variáveis temperatura média e umidade relativa do ar média também possuem uma aderência ao padrão de distribuição normal, verificou-se a correlação entre o consumo residencial médio e as demais variáveis da Tabela 33. As Figuras 67, 68 e 69 mostram os resultados dos testes de correlação.

Figura 67 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Região Sul

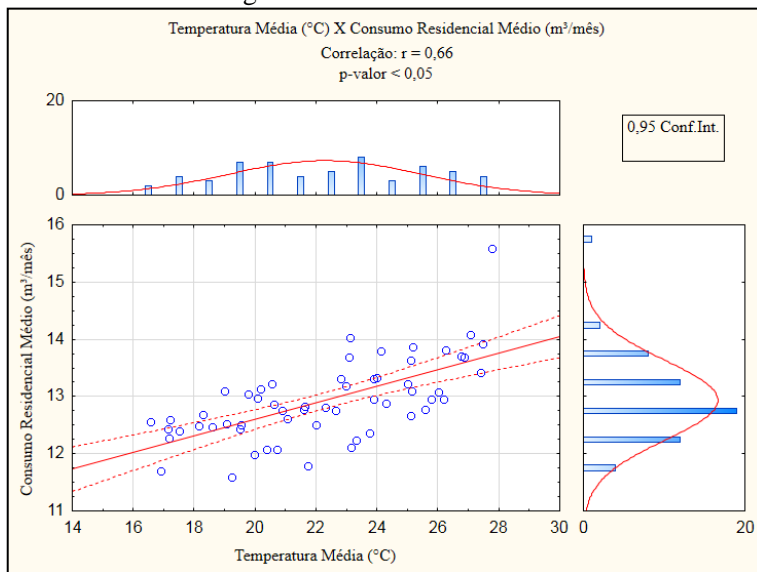


Fonte: próprio autor

Consoante à Figura 67, o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre a tarifa residencial média e o consumo residencial médio é de 0,70, logo estas variáveis possuem uma correlação positiva forte. Sendo assim, há uma tendência forte de que ambas variem concomitantemente no mesmo sentido.



Figura 68 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Região Sul

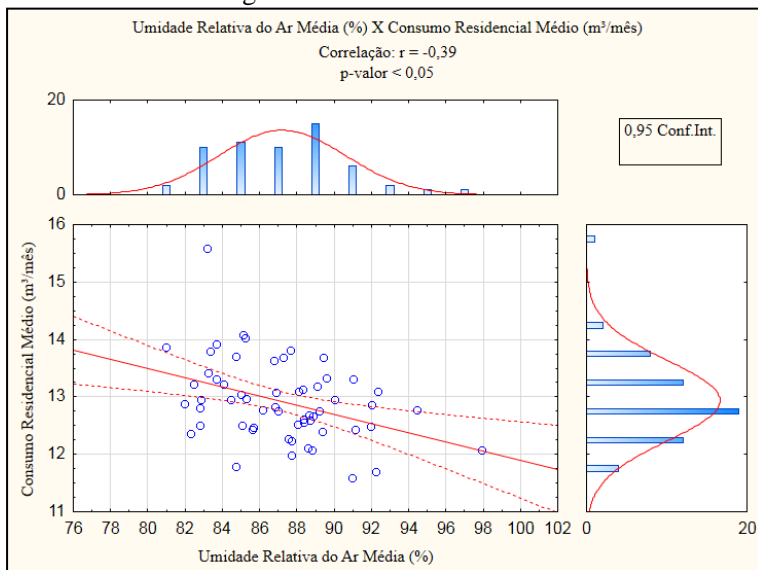


Fonte: próprio autor

As variáveis temperatura média e consumo residencial médio apresentaram um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,66, sendo assim a correlação entre elas é positiva e moderada.

Isto posto, há uma tendência moderada de que quando houver uma variação na temperatura, ocorra também uma variação de mesmo sentido no consumo residencial médio. Entretanto, não se pode afirmar a relação de causa e efeito entre elas, ou seja, não se pode afirmar que a variação na temperatura é a causa da variação no consumo de água.

Figura 69 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Região Sul



Fonte: próprio autor

A correlação entre a umidade relativa do ar média e o consumo residencial médio para a região Sul é negativa e moderada. O coeficiente de correlação ( $r$ ) entre elas é de 0,39, sendo assim, há uma tendência moderada que ao ocorrer uma variação na umidade relativa do ar, verifique-se uma variação no sentido contrário no consumo de água. Entretanto, cabe ressaltar que não se pode afirmar a relação de causa e efeito entre elas.

A Tabela 36, subsequente, reúne os resultados do teste de correlação de Pearson para a região Sul.

Tabela 36 - Resumo de Correlações - Região Sul

Variável	Tarifa Residencial Média	Temperatura Média	Umidade Relativa do Ar Média
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,70$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,66$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,39$

Fonte: próprio autor

#### 4.2.9. Zona Industrial Norte

A segregação da Zona Industrial Norte das demais regiões foi proposta no item 4.1 e portanto, teve seus dados de consumo residencial analisados também de maneira segregada das demais. A referida região teve um consumo residencial médio – entre janeiro 2011 a outubro de 2015 – de 12,64 m<sup>3</sup>/mês. As médias mensais de consumo residencial, tarifa, temperatura e umidade relativa do ar estão reunidas na Tabela 37.

Tabela 37 - Médias Mensais - Zona Industrial Norte

Mês-Ano	Consumo Residencial Médio (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa Residencial Média (R\$)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa do Ar Média(%)
Jan 2011	12,24	31,02	26,88	87,29
Fev 2011	13,14	34,58	26,19	90,02
Mar 2011	11,71	28,95	23,88	91,04
Abr 2011	13,16	34,66	23,32	87,70
Mai 2011	11,47	28,00	20,09	85,28
Jun 2011	11,93	31,49	17,13	85,63
Jul 2011	11,25	28,69	16,91	92,21
Ago 2011	11,74	30,71	17,51	89,39
Set 2011	10,95	27,40	18,58	85,64
Out 2011	11,36	29,12	21,64	86,83

<b>Nov 2011</b>	12,40	33,44	22,29	82,78
<b>Dez 2011</b>	13,12	36,45	24,31	81,99
<b>Jan 2012</b>	13,14	36,51	25,10	86,77
<b>Fev 2012</b>	14,08	40,39	27,06	85,09
<b>Mar 2012</b>	12,83	35,21	25,18	80,97
<b>Abr 2012</b>	11,99	31,73	23,10	89,39
<b>Mai 2012</b>	11,62	30,22	20,73	88,81
<b>Jun 2012</b>	12,64	36,12	18,15	91,98
<b>Jul 2012</b>	11,30	30,30	17,22	88,71
<b>Ago 2012</b>	12,41	35,10	19,98	87,70
<b>Set 2012</b>	12,17	34,07	20,55	82,48
<b>Out 2012</b>	12,42	35,15	22,65	86,99
<b>Nov 2012</b>	13,66	40,56	23,91	82,84
<b>Dez 2012</b>	13,93	41,74	26,76	84,74
<b>Jan 2013</b>	12,47	35,37	24,99	84,04
<b>Fev 2013</b>	14,50	44,19	26,01	86,90
<b>Mar 2013</b>	13,48	39,78	23,99	89,60
<b>Abr 2013</b>	13,09	38,08	22,80	83,68
<b>Mai 2013</b>	13,02	37,76	20,18	88,30
<b>Jun 2013</b>	12,75	36,61	19,01	92,34
<b>Jul 2013</b>	13,12	40,02	16,55	88,39
<b>Ago 2013</b>	11,81	34,05	17,17	87,56
<b>Set 2013</b>	12,62	37,75	19,76	85,03
<b>Out 2013</b>	13,38	41,23	21,72	84,73
<b>Nov 2013</b>	12,77	38,44	23,13	85,22
<b>Dez 2013</b>	13,88	43,47	25,78	84,46
<b>Jan 2014</b>	15,66	51,62	27,48	83,69
<b>Fev 2014</b>	14,38	45,79	27,79	83,20
<b>Mar 2014</b>	13,49	41,69	25,14	88,09
<b>Abr 2014</b>	13,33	40,97	22,97	89,10

<b>Mai 2014</b>	12,12	35,45	20,88	89,18
<b>Jun 2014</b>	11,73	35,54	19,50	91,12
<b>Jul 2014</b>	12,63	39,90	18,29	88,67
<b>Ago 2014</b>	12,14	37,54	19,52	82,81
<b>Set 2014</b>	12,44	38,99	21,05	88,35
<b>Out 2014</b>	12,68	40,11	23,77	82,29
<b>Nov 2014</b>	12,32	38,40	24,13	83,32
<b>Dez 2014</b>	13,51	44,14	25,59	86,16
<b>Jan 2015</b>	13,66	44,85	27,39	83,22
<b>Fev 2015</b>	12,58	39,63	26,25	87,64
<b>Mar 2015</b>	12,14	37,51	25,12	88,87
<b>Abr 2015</b>	12,62	39,82	23,16	88,61
<b>Mai 2015</b>	11,80	35,90	20,63	91,99
<b>Jun 2015</b>	12,60	39,77	19,08	88,03
<b>Jul 2015</b>	11,71	37,44	19,25	90,93
<b>Ago 2015</b>	12,39	40,94	22,00	85,06
<b>Set 2015</b>	12,14	39,66	21,60	94,46
<b>Out 2015</b>	11,33	35,52	20,37	97,89

Fonte: próprio autor

Com os dados de consumo da Zona Industrial Norte foram calculadas as médias de consumo em cada ano do banco de dados, bem como as médias por estação do ano. Tais informações foram agrupadas na Tabela 38, subsequente. Além disto, fez-se também um histograma de consumo por estação do ano, apresentado na Figura 70.

Tabela 38 - Médias de Consumo - Zona Industrial Norte

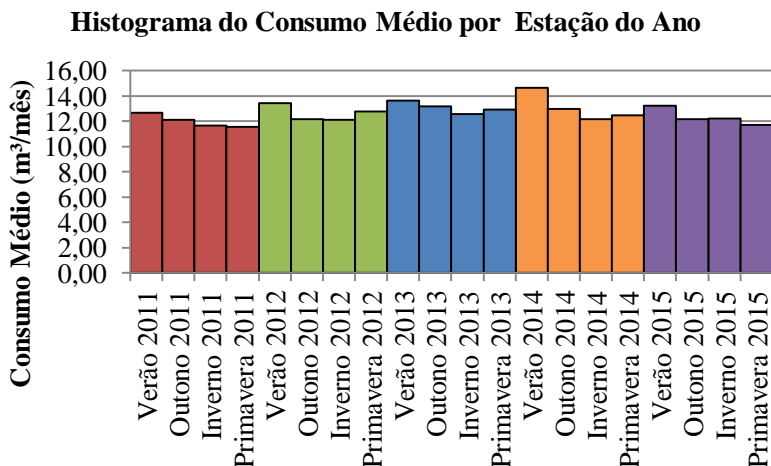
<b>Período</b>	<b>Consumo Médio (m<sup>3</sup>/mês)</b>
Média Geral	12,64
Média 2011	12,04
Média 2012	12,68
Média 2013	13,07
Média 2014	13,04

Média 2015	12,30
Média Verão 2011 (janeiro e fevereiro/2011)	12,69
Média Outono 2011 (março, abril e maio/2011)	12,11
Média Inverno 2011 (junho, julho e agosto/2011)	11,64
Média Primavera 2011 (setembro, outubro e novembro/2011)	11,57
Média Verão 2012 (dezembro/2011 e janeiro e fevereiro/2012)	13,45
Média Outono 2012 (março, abril e maio/2012)	12,15
Média Inverno 2012 (junho, julho e agosto/2012)	12,12
Média Primavera 2012 (setembro, outubro e novembro/2012)	12,75
Média Verão 2013 (dezembro/2012 e janeiro e fevereiro/2013)	13,63
Média Outono 2013 (março, abril e maio/2013)	13,20
Média Inverno 2013 (junho, julho e agosto/2013)	12,56
Média Primavera 2013 (setembro, outubro e novembro/2013)	12,93
Média Verão 2014 (dezembro/2013 e janeiro e fevereiro/2014)	14,64
Média Outono 2014 (março, abril e maio/2014)	12,98
Média Inverno 2014 (junho, julho e agosto/2014)	12,17
Média Primavera 2014 (setembro, outubro e novembro/2014)	12,48
Média Verão 2015 (dezembro/2014 e janeiro e fevereiro/2015)	13,25
Média Outono 2015 (março, abril e maio/2015)	12,18
Média Inverno 2015 (junho, julho e agosto/2015)	12,23

agosto/2015)	
Média Primavera 2015 (setembro e outubro/2015)	11,73

Fonte: próprio autor

Figura 70 - Histograma do Consumo Médio por Estação do Ano – Zona Industrial Norte

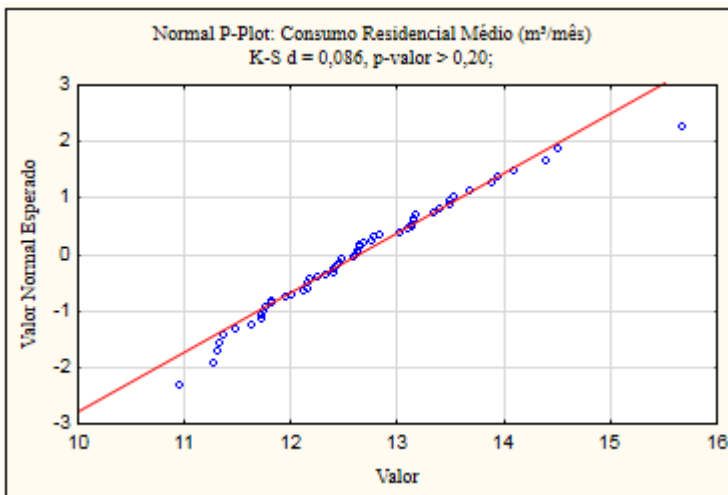


Fonte: próprio autor

Como pode ser observado, assim como para maior parte das regiões de Joinville, a estação com maior consumo residencial médio foi o verão de 2014 e a com menor consumo residencial médio foi a primavera de 2011 – 14,64 m<sup>3</sup>/mês e 11,57 m<sup>3</sup>/mês, respectivamente. Avaliando-se as médias anuais, vê-se que o ano de 2013 registrou a maior média de consumo mensal e 2011 a menor média mensal.

Sendo assim, a fim de verificar a aderência ao padrão normal de distribuição dos dados de consumo residencial médio e tarifa residencial média apresentados na Tabela 37, realizou-se o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, através do software STATISTICA. Os resultados obtidos estão apresentados nas Figuras 71 e 72 e resumidos na Tabela 39.

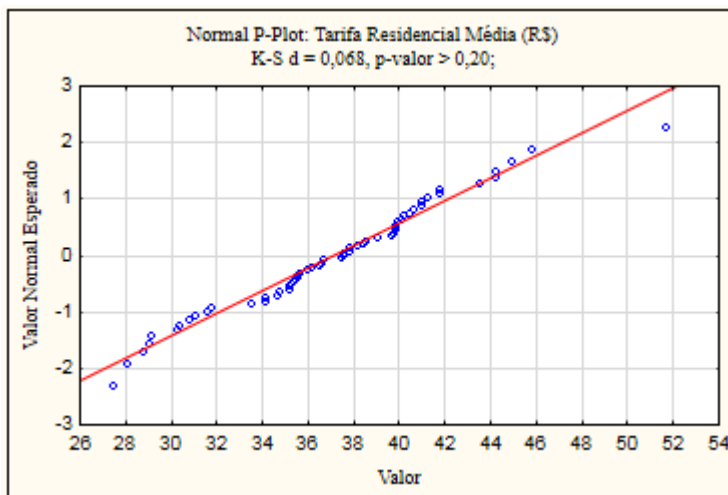
Figura 71 - Normal P-Plot Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte



Fonte: próprio autor



Figura 72 - Normal P-Plot Tarifa Residencial Média - Zona Industrial Norte



Fonte: próprio autor

Tabela 39 - Resumo Teste Kolmogorov-Smirnov - Zona Industrial Norte

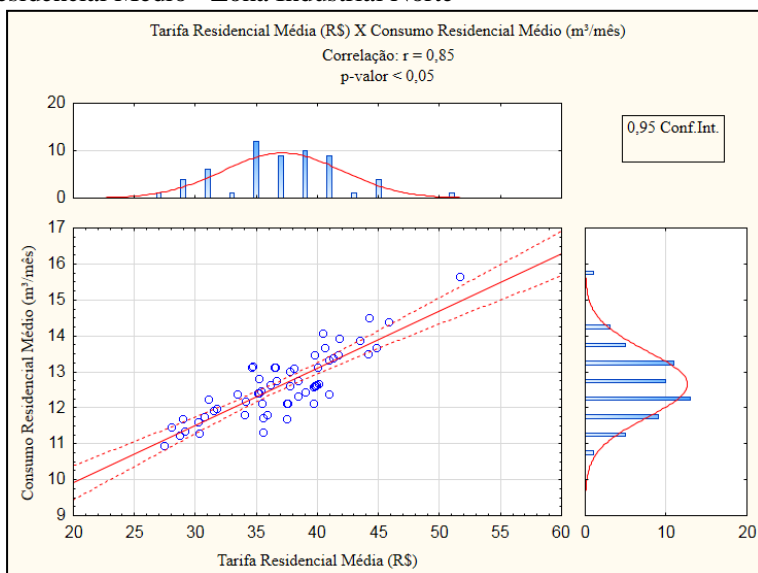
Variável	Quantidade de Dados	Valor K-S d	$d_c$	$d < d_c$	p-valor
Consumo Residencial Médio	58	0,086	0,178	Sim	>0,20
Tarifa Residencial Média	58	0,068	0,178	Sim	>0,20

Fonte: próprio autor

Os resultados apresentados na Tabela 39 mostram que a distribuição das variáveis consumo residencial médio e tarifa residencial média aderem ao padrão de distribuição normal, segundo o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov.

Sendo assim, a fim de verificar a correlação entre o consumo residencial médio e as variáveis tarifa residencial média, temperatura média e umidade relativa do ar média, contidas na Tabela 37, foi realizado o teste de correlação de Pearson, os resultados subseguem nas Figuras 73,74 e 75.

Figura 73 - Correlação entre Tarifa Residencial Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte

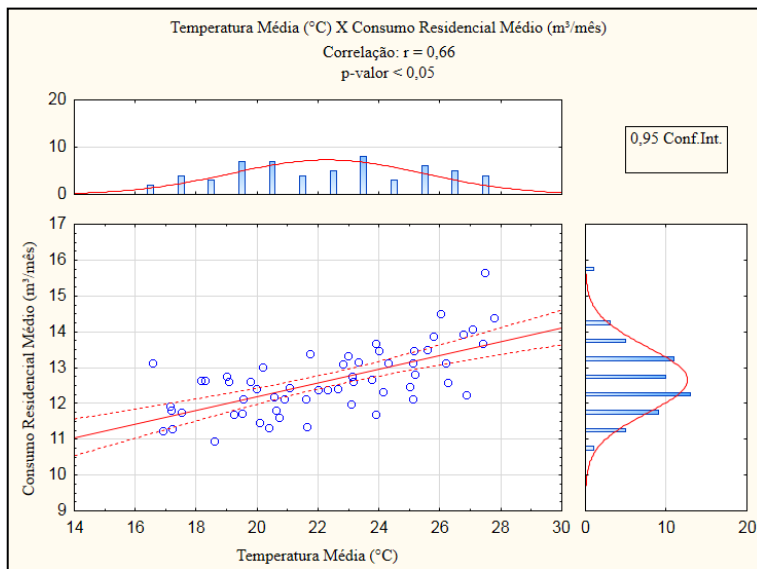


Fonte: próprio autor

Conforme a Figura 73, o coeficiente de correlação ( $r$ ) entre a tarifa residencial média e consumo residencial médio é de 0,85, sendo assim estas variáveis apresentam uma correlação linear positiva forte.

Isto posto, pode-se dizer que há uma tendência forte de que ao ocorrer uma alteração em uma destas variáveis, ocorra uma variação no mesmo sentido na outra variável. No entanto, não é possível afirmar a relação de causa e efeito entre elas.

Figura 74 - Correlação entre Temperatura Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte

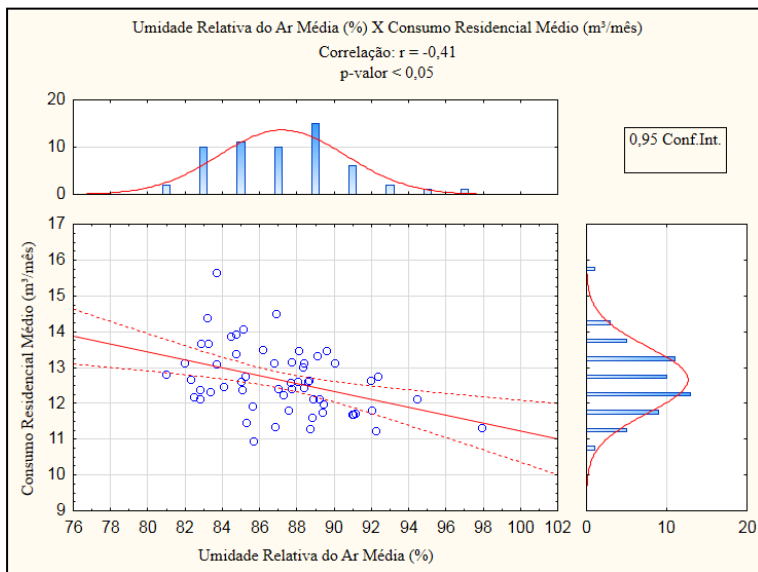


Fonte: próprio autor

Haja visto o resultado apresentado na Figura 74, as variáveis temperatura média e consumo residencial médio, para Zona Industrial Norte, possuem uma correlação linear positiva média.

Sendo assim, sabe-se que há uma tendência moderada de que ambas variem concomitantemente em um mesmo sentido, mesmo sem poder afirmar que a variação da temperatura cause uma variação no consumo.

Figura 75 - Correlação entre Umidade Relativa do Ar Média e Consumo Residencial Médio - Zona Industrial Norte



Fonte: próprio autor

O coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) entre as variáveis consumo residencial médio e umidade relativa do ar média foi de  $-0,41$ , sendo assim elas possuem uma correlação linear negativa moderada. Diante do exposto, há uma tendência moderada de se verificar uma variação de consumo oposta a variação de umidade relativa do ar média.

Os resultados obtidos com o teste de correlação de Pearson para Zona Industrial Norte estão expostos na Tabela 40.

Tabela 40 - Resumo de Correlações - Zona Industrial Norte

<b>Variável</b>	<b>Tarifa Residencial Média</b>	<b>Temperatura Média</b>	<b>Umidade Relativa do Ar Média</b>
Consumo Residencial Médio	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,85$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,66$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,41$

Fonte: próprio autor

Posterior à análise das correlações por região, subsegue a Tabela 41, a qual reúne todos os resultado obtidos e possibilita visualizá-los concomitantemente e verificar as diferenças entre as regiões.

Tabela 41 - Resultados das Correlações nas Regiões.

<b>Região</b>	<b>Consumo Residencial Médio x Tarifa Residencial Média</b>	<b>Consumo Residencial Médio x Temperatura Média</b>	<b>Consumo Residencial Médio x Umidade Relativa do Ar Média(%)</b>
Centro-Norte	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,45$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,34$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,50$
Leste	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,61$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,63$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,51$
Nordeste	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,69$	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,77$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,50$
Oeste	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,83$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,59$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,48$

Pirabeiraba	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,82$	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,73$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,45$
Sudeste	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,75$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,69$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,34$
Sudoeste	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,83$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,56$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,59$
Sul	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,70$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,66$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,39$
Zona Industrial Norte	Correlação Linear Positiva Forte $r = 0,85$	Correlação Linear Positiva Moderada $r = 0,66$	Correlação Linear Negativa Moderada $r = - 0,41$

Fonte: próprio autor

## 5. CONCLUSÕES

O sistema de abastecimento de água de Joinville contempla todas as nove regiões municipais, sendo que a maior parte das ligações estão concentradas na parte central da cidade. Ao verificar as médias de consumo nas regiões e compará-las ao Macrozoneamento Urbano, nota-se que as maiores médias ocorreram em áreas de adensamento prioritário e secundário, em regiões com maior predominância de bairros com uso do solo voltado a atividade de serviços, residenciais e comerciais. Com relação ao relevo, quando comparado sobreposto mapa topográfico à rede de abastecimento de água de Joinville, verificou-se que a mesma está majoritariamente em locais com cota até 40m. Consoante ao Macrozoneamento Urbano, as maiores elevações são áreas urbanas de proteção ambiental, as quais possuem severas restrições quanto à ocupação, e ao sobrepor as informações da rede de abastecimento e relevo, verificou-se que não há rede de abastecimento nestas localidades. Desta maneira, nota-se que o sistema de abastecimento de água está em consonância com o Macrozoneamento urbano e predominantemente em regiões de elevações até 40m.

A condição de aderência ao padrão de distribuição normal, necessária ao teste de correlação de Pearson, foi verificada para todas as variáveis e em todos os casos foi confirmada a normalidade da distribuição dos dados. Para as regiões Oeste, Pirabeiraba, Sudeste, Sudoeste, Sul e Zona Industrial Norte, as variáveis consumo residencial médio e tarifa residencial média apresentaram uma correlação positiva forte, enquanto que nas regiões Centro-Norte, Leste e Nordeste a correlação entre elas foi positiva moderada.

A correlação entre temperatura média e consumo residencial médio, em sete das nove regiões avaliadas – Centro Norte, Leste, Oeste, Sudeste, Sudoeste, Sul e Zona Industrial Norte – apresentaram uma correlação positiva moderada, enquanto que para as regiões Nordeste e Pirabeiraba a correlação entre estas variáveis foi positiva forte. Quando avaliadas as correlações entre as variáveis umidade relativa do ar média e consumo residencial médio, em todas as regiões resultou em uma correlação negativa moderada.

Cabe ressaltar que o teste de correlação não permite afirmar a relação de causa e efeito entre as variáveis, ou seja, a partir deste teste não se pode afirmar que o consumo residencial médio variou porque a tarifa residencial média, a temperatura média ou a umidade relativa do

ar média variou, porém permite avaliar a tendência de que estes parâmetros variem de maneira conjunta.

Sendo assim, em geral, há uma tendência forte de que as variáveis tarifa residencial média e consumo residencial médio variem concomitantemente em um mesmo sentido. De mesmo modo, pode-se afirmar que, no geral, há uma tendência moderada de que quando ocorrer uma variação na temperatura ocorra também uma variação no mesmo sentido no consumo de água. Enquanto que há uma tendência moderada de quando observada uma variação na umidade relativa do ar, haja uma variação em sentido oposto no consumo de água.

Como recomendação, sugere-se que seja feito um estudo com período maior de avaliação, a fim de confirmar a tendência em convergir das médias de consumo nas diferentes regiões. Além disso, recomenda-se que seja feito um teste estatístico mais aprofundado para confirmar as tendências entre as variáveis e verificar se há dependência entre o consumo residencial médio e as demais variáveis analisadas.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AZEVEDO NETTO, J. M., et all. - "Manual de Hidráulica", Ed. Edgard Blucher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

BARBETTA, Pedro Alberto; REIS, Marcelo Menezes; BORNIA, Antonio Cezar. **Estatística**: para cursos de engenharia e informática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 410 p.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM DATA DE REFERÊNCIA EM 1º DE JULHO DE 2016**. 2016. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa\\_tcu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm)>. Acesso em: 28 set. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2014**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>>. Acesso em: 13 maio 2016.

BRASIL. **Portaria MS N°518/2004**. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde

FÁVERO, João Alberto; SUZUKI, Carlos Tsuyoshi. Metodologia da aplicação de distritos pitométricos no programa de redução e controle de vazamentos. **DAE**, São Paulo, v. 47, n. 149, p.196-200, jun. 1987. Trimestral. Disponível em: <<http://revistadae.com.br/site/artigos/149>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FIGUEIREDO FILHO, D., SILVA JUNIOR, J.. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, América do Norte, 18, jan. 2010. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/politica hoje/index.php/politica/article/view/6>. Acesso em: 31 Out. 2016.

FERNANDES NETO, Maria de Lourdes. **AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INTERVENIENTES NO CONSUMO PER CAPTA DE ÁGUA: ESTUDO PARA 96 MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS**. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

FONSECA, Fabrício Ramos da. **MODELO DE SISTEMA DE AUTOMAÇÃO APLICADO À SETORIZAÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO HÍDRICO**. 2011. 155 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GALVÃO, José Ricardo Bueno. **Avaliação da relação pressão x consumo, em áreas controladas por válvulas redutoras de pressão (VRPs). Estudo de caso: rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2010. 2 v.

IPPUJ, Fundação. **Joinville Cidade em Dados 2015**. Joinville: Prefeitura Municipal de Joinville, 2015. 180 p. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/joinville-cidade-em-dados/>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

JOINVILLE (Município). Lei Complementar nº 318, de 11 de outubro de 2010. **Lei Complementar Nº 318, de 11 de Outubro de 2010**. Disponível em: <<https://ippuj.joinville.sc.gov.br/arquivo/lista/codigo/12-Estruturação+Territorial.html>>. Acesso em: 02 set. 2016.

LEITE, Marcelo et al. **TUDO SOBRE CRISE DA ÁGUA. Folha de São Paulo**. São Paulo, set. 2015. Disponível em: <<http://arte.folha.uol.com.br/ambiente/2014/09/15/crise-da-agua/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

NARCHI, Helio. A DEMANDA DOMÉSTICA DE ÁGUA.DAE,São Paulo, p.1-7, jan. 1989. Trimestral. Disponível em: <<http://revistadae.com.br/site/artigos/154>>. Acesso em: 30 maio 2016.

MOTTA, Renato Gonçalves da. **Importância da Setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público.**2010. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PORTO, Rodrigo de Melo.**Hidráulica Básica.**4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água.** 1ª Ed. São Paulo: Annablume, 2008. Apud BOSCAGLIA, Fabiano. **Dinâmica Populacional e consumo de água na serra-ES: panorama atual e cenário futuro.** 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

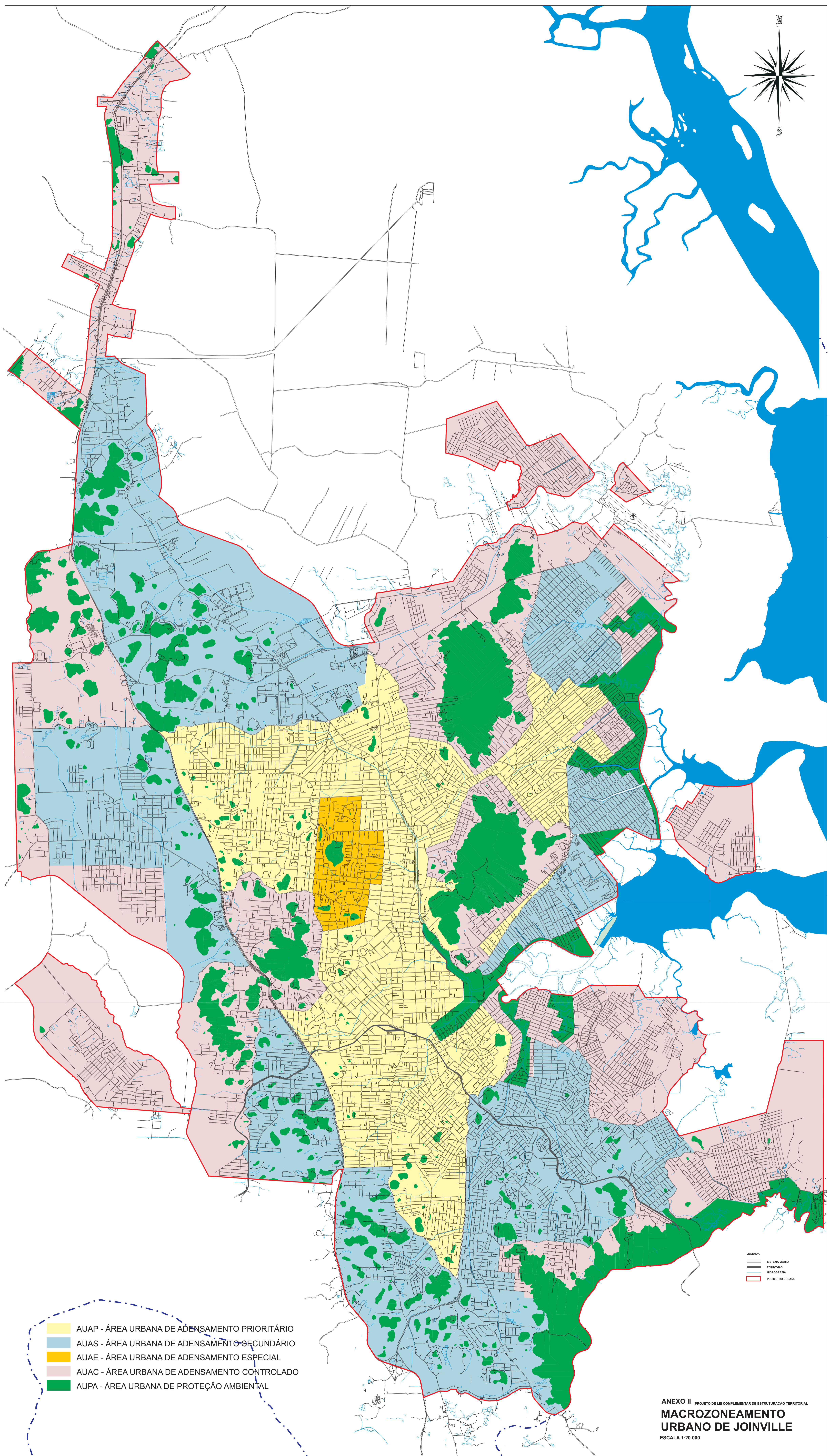
SANTA CATARINA. CENTRO DE INFORMÁTICA E AUTOMAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA - CIASC. **.Mapa Interativo.** Disponível em: <<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/sc.phtml>>. Acesso em: 21 set. 2016.

SIEGEL.**Estatística não-paramétrica::** para as ciências do comportamento. Sidiney: Mcgraw, 1975. 350 p.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no século XXI.** 1ª ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2011. Apud BOSCAGLIA, Fabiano. **Dinâmica Populacional e consumo de água na serra-ES: panorama atual e cenário futuro.** 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água.** 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

**ANEXO I – MACROZONEAMENTO URBANO DE JOINVILLE.**



- AUAP - ÁREA URBANA DE ADENSAMENTO PRIORITÁRIO
- AUAS - ÁREA URBANA DE ADENSAMENTO SECUNDÁRIO
- AUAE - ÁREA URBANA DE ADENSAMENTO ESPECIAL
- AUAC - ÁREA URBANA DE ADENSAMENTO CONTROLADO
- AUPA - ÁREA URBANA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

LEGENDA

- SISTEMA VIÁRIO
- FERROVIAS
- HIDROGRAFIA
- PERÍMETRO URBANO

ANEXO II PROJETO DE LEI COMPLEMENTAR DE ESTRUTURAÇÃO TERRITORIAL  
**MACROZONEAMENTO URBANO DE JOINVILLE**  
 ESCALA 1:20.000