

## **CLIMA URBANO E VEGETAÇÃO: UM ESTUDO ANALÍTICO E PROSPECTIVO DO PARQUE DAS DUNAS EM NATAL**

**CARVALHO, Márcia M.; ARAÚJO, Virgínia M. D.; ARAÚJO, Eduardo H.S.**

UFRN-Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-Campus Universitário-  
Lagoa Nova – CEP59072-970-Natal/RN-  
e-mail:marciamcarvalho@digi.com.br

### **RESUMO**

O presente estudo trata sobre a relação existente entre vegetação e clima urbano. Analisa-se o processo pelo qual o Parque das Dunas, uma área verde com 1.172 hectares, localizada na cidade do Natal, no Estado do Rio Grande do Norte, exerce influências no clima da cidade. A metodologia utilizada fundamentou-se numa ótica quantitativa e qualitativa, para se chegar às recomendações finais. Realizou-se um estudo comparativo entre os elementos climáticos na área do Parque das Dunas e fora de seus limites, a partir do levantamento de dados técnicos, e a sistematização das informações coletadas, com o intuito de propor um conjunto de recomendações bioclimáticas para o desenho urbano, em Natal. Os resultados deste trabalho possibilitaram a confirmação do importante papel desempenhado pelo Parque das Dunas no clima de Natal, o que significa que se constatou a relevância das áreas verdes no clima das cidades, trazendo benefícios relevantes no processo de amenização climática no meio urbano, pela criação de microclimas agradáveis, que contribuem de forma significativa, para o conforto ambiental dos núcleos urbanos, do mesmo porte de Natal.

### **ABSTRACT**

The present study deals with the relationship between urban vegetation and climate. The process whereby the Parque das Dunas – a 1,172 ha green area in the city of Natal, State of Rio Grande do Norte – exerts influence on the climate of the city is analyzed. In order to give rise to final recommendations, a methodology grounded on a quantitative and qualitative standpoint has been used. A comparative study between the climatic elements within and without the limits of the Parque das Dunas area – from the survey of technical data – and the systematization of the information collected has been made, aiming at proposing a set of bioclimatic recommendations for the urban design in Natal. The results of such work allowed for the validation of the important role that the Parque das Dunas plays in the climate of Natal. This has led to the acknowledgement of the relevance of the green areas on the climate of cities. They bring about important benefits to the process of rendering agreeable the climate in the urban environment by providing pleasant microclimates that give a valuable contribution to the environmental comfort of urban nuclei having the same size of Natal.

### **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho pretende analisar e descrever o processo pelo qual o Parque das Dunas, enquanto espaço natural e preservado, atua no clima da cidade do Natal. É conduzida com base na análise dos fatores climáticos da cidade e do mencionado Parque (topografia, superfície do solo e vegetação) e no estudo dos elementos climáticos dessa área verde e da cidade (temperatura do ar, umidade do ar e movimento do ar).

Busca-se contribuir para o conhecimento da influência da vegetação no clima de uma cidade com clima quente e úmido. Além disso, pretende-se estudar os fatores climáticos locais e os elementos do clima, dentro da abrangência da cidade do Natal, bem como realizar um estudo comparativo dos elementos climáticos dentro da área do Parque das Dunas e fora de seus limites, a partir do levantamento e tratamento estatístico de dados técnicos. Finalmente, ao sistematizarem-se as informações coletadas, propõe-se um conjunto de recomendações bioclimáticas para o desenho urbano, em Natal/RN, o que vem a constituir o objetivo específico final deste estudo.

## 2. ENFOQUE METODOLÓGICO

Na fase de planejamento experimental do presente estudo (CARVALHO, 2001), no que se refere à amostragem foram utilizados dados primários coletados, além das informações obtidas pela equipe da pesquisa *Análise Bioclimática da Forma Urbana de Natal* (ARAÚJO et al., 2000). Em relação aos dados coletados foram 07 pontos de medição dentro do Parque das Dunas e 03 pontos fora dessa área, em 06 horários distintos, em duas épocas características. No que diz respeito aos dados coletados pela equipe da pesquisa acima mencionada, foram 10 pontos localizados fora do Parque das Dunas, em 06 horários distintos e dois dias diferentes.

Foram realizadas medições de dados ambientais, em locais estabelecidos de acordo com os fatores climáticos locais. A pesquisa de campo foi realizada em duas fases: na segunda quinzena de julho de 1999 e na primeira quinzena de fevereiro de 2000. Tais períodos correspondem aos períodos identificados por ARAÚJO; MARTINS; ARAÚJO (1998), quando identificaram os dias típicos de projeto térmico para a região de Natal - RN. Nos meses de fevereiro (05/02/1999) e julho (05/07/1999) foram os períodos para a coleta de dados da equipe da pesquisa "*Análise Bioclimática da Forma Urbana de Natal/RN*", cujas informações são utilizadas nesse estudo. Todos os dias de medições apresentaram semelhança de comportamento em todas as variáveis com os dias típicos definidos para a região de estudo, nos respectivos períodos. Os horários escolhidos para as medições foram em torno de 6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas.

Os instrumentos utilizados pertencem ao Laboratório de Conforto Ambiental-LABCON, da UFRN e correspondem a 05 conjuntos de bússola e termo-higrômetro-anemômetro digital portátil microprocessado, da Marca Lutron, modelo AM – 4205 - sendo que os conjuntos foram utilizados para fazer medições seqüenciadas. Tal procedimento é perfeitamente aceitável em um clima sem grandes amplitudes térmicas.

A metodologia de análise utilizada foi desenvolvida em quatro etapas. A primeira fase consistiu na identificação das variáveis a serem analisadas na pesquisa; a segunda, identificação dos fatores que influenciam essas variáveis, na terceira, foi estruturado, utilizando-se de um software específico e adequado ao estudo, um banco de dados com todos os dados levantados, e na última procedeu-se à análise e as inferências estatísticas mais relevantes. A análise estatística foi realizada pela Consultoria Estatística - CONSULEST, do Departamento de Estatística da UFRN.

Os locais das medições estabelecidos na referida pesquisa (medidas realizadas nos mesmos períodos mencionados acima, porém em dias diferentes), estão locados no mapa da cidade do Natal, na Figura 01.

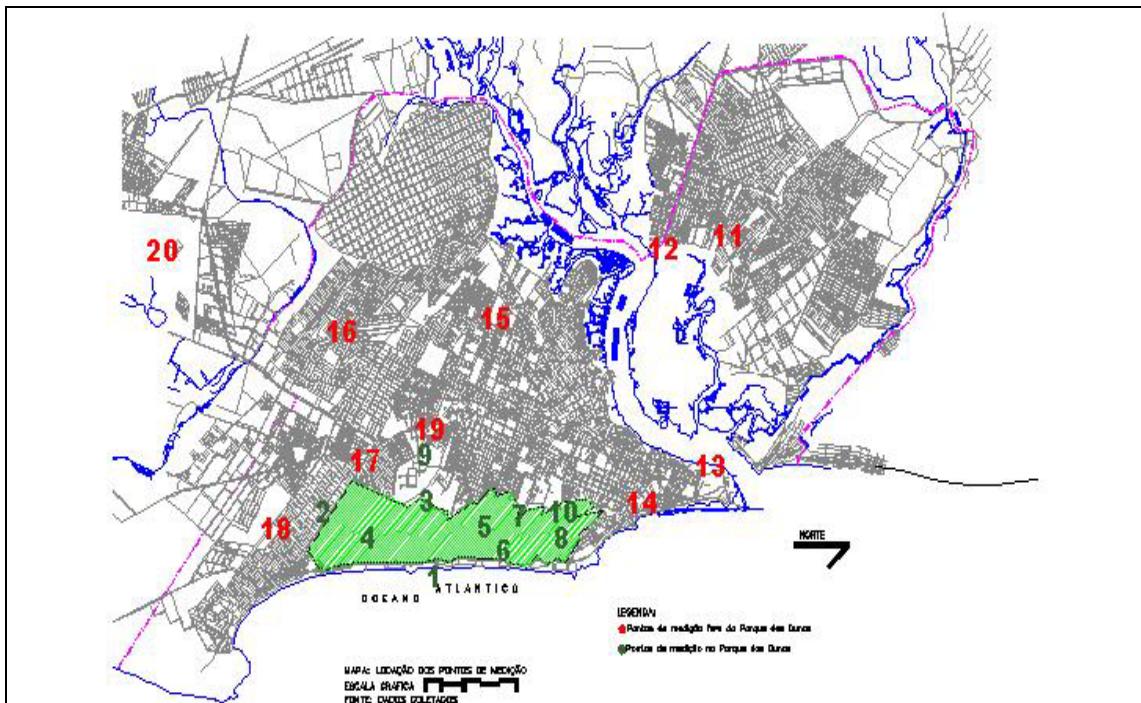


Figura 01 Localização dos pontos de medição.

### 3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

As variáveis respostas foram identificadas como **temperatura do ar**, medida em graus Celsius; **umidade relativa do ar**, medida em percentual; **velocidade do vento**, medida em metro por segundo e, finalmente, **direção dos ventos**, medida em graus.

Os fatores principais relacionados com o objeto de estudo, identificados na segunda etapa, foram os seguintes: **Fator 1 - Pontos de Medição** - locais escolhidos de acordo com a metodologia adotada na pesquisa (esse fator foi definido em 20 níveis, do ponto 1 ao ponto 20, sendo que os pontos de números 1 a 7 estão localizados dentro da área objeto de estudo - Parque das Dunas); **Fator 2 - Dias no Ano** em que foram realizadas as medições (esse fator foi definido em dois níveis: nível 1 - dia de inverno e nível 2 - dia de verão); **Fator 3 - Horas do Dia** nas quais foram realizadas as medições (esse fator foi definido em 6 níveis: 6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas); **Fator 4 – Vegetação - Característica do local de medição** (os pontos com vegetação são os pontos de 1 a 7 e os pontos de 8 a 20 são os localizados em áreas sem vegetação, fora do Parque das Dunas).

O banco de dados foi estruturado na terceira fase, considerando-se primeiro os fatores e, em seguida, as variáveis. Esse banco de dados foi estruturado, inicialmente, no ambiente EXCELL e posteriormente foi transportado para o ambiente do software STATISTICA, o que possibilitou as análises e inferências estatísticas. A pesquisa foi estruturada de forma semelhante ao planejamento experimental do tipo FATORIAL. Foram testados os efeitos dos fatores Dia, Hora e Vegetação e as interações entre eles sobre as variáveis. Em seguida, testou-se o efeito do fator Pontos de Medição sobre as respostas. De acordo com os resultados obtidos, foi realizada uma análise estatística, para comparação de pares de médias das variáveis em pares de pontos de medição.

Finalmente, uma análise multivariada teve o intuito de comparar, conjuntamente, as quatro médias das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e direção do ventos, nos locais escolhidos e nos dois dias de medições.

Tanto no dia de inverno quanto no de verão, **a temperatura do ar** é mais baixa às 6 horas da manhã, dentro da área do Parque das Dunas (Figura 02). A partir daí, ela sobe mais rapidamente dentro do Parque e atinge o valor mais alto às 12 horas. Após esse horário, o gradiente da temperatura do ar decresce de forma mais rápida, isso porque a superfície do solo recoberta de vegetação tem um albedo baixo e, consequentemente, um poder de condução mais alto. O excesso de calor é absorvido e armazenado de forma rápida, sendo devolvido, também de forma mais rápida, ao meio ambiente, o que não acontece nas superfícies do solo recobertas de asfalto ou concreto. Nessas superfícies, os valores da temperatura do ar decrescem de forma mais lenta porque tais materiais demoram mais tempo para resfriar. Os testes realizados indicam que não existe efeito da característica do local da medição (fator 4) sobre a variável temperatura do ar, e nas interações, existem efeitos sobre a temperatura do ar dos fatores Hora do Dia (fator 3) e o fator Vegetação/Característica do local de medição (fator 4).

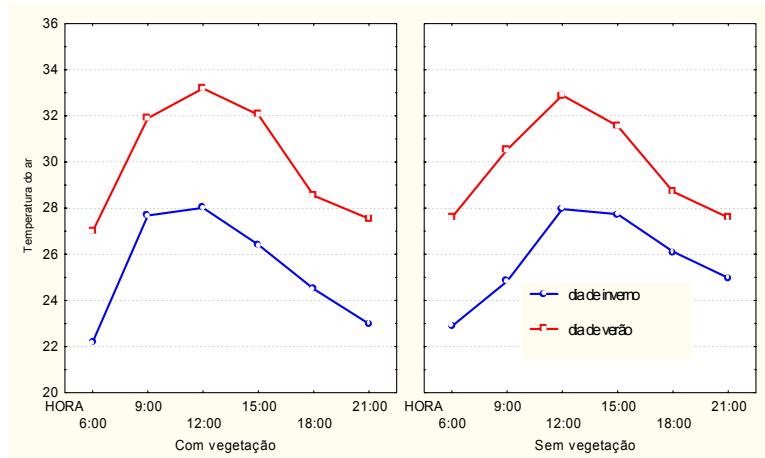


Figura 02 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais, horas e dias de medição.

De acordo com o estudo do Efeito do fator 1 (Ponto de medição) na variável temperatura do ar, mostrado no gráfico da Figura 03, verificou-se que os pontos que apresentaram temperatura média mais baixa (03, 04) estão localizados dentro da área do Parque das Dunas, o que confirma a teoria de que a vegetação contribui para diminuir a temperatura do ar. Porém deve-se sempre ressaltar que a causa da diminuição da temperatura do ar de um determinado local não está relacionada a apenas um fator climático, mas deve-se considerar os outros fatores e elementos climáticos, isto é, o tipo de superfície do solo, a topografia, a presença de massas de água, a velocidade e a direção dos ventos. O ponto onde a temperatura média do ar apresentou-se mais alta está localizado nas margens do Parque das Dunas, em área com dunas, na Via Costeira, onde observou-se uma forte influência da proximidade do asfalto.

Nos locais sem vegetação, verificaram-se as menores temperaturas médias do ar nos pontos 09, 17 e 19, que correspondem às áreas abertas e sem presença de altas edificações. As temperaturas médias do ar mais altas foram medidas nos pontos 10, 14 e 15, que correspondem, respectivamente, a um ponto localizado numa área situada em uma área elevada da cidade, com o solo revestido, com alta capacidade de absorção de calor, outro localizado nas proximidades de uma área de concentração de edifícios, superfície do solo revestida com asfalto e outro situado em local de circulação de muitos automóveis, solo revestido com asfalto e, distante do Oceano Atlântico.

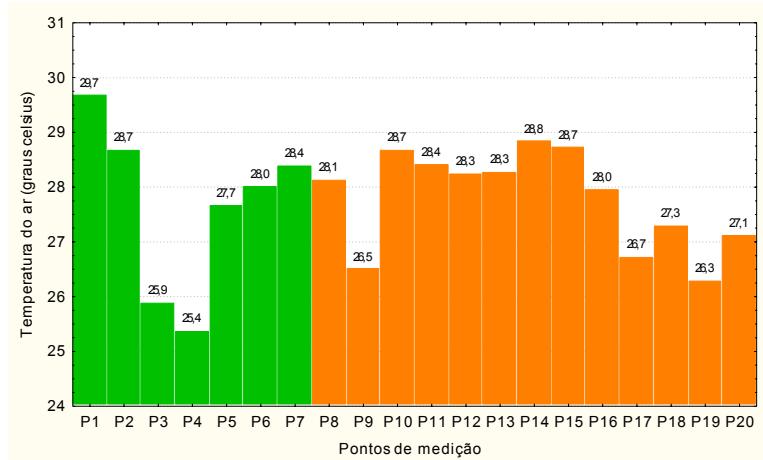


Figura 03 – Gráfico do nível da temperatura do ar nos pontos de medição

Nos locais sem vegetação, verificou-se que o valor da **umidade relativa do ar** diminui das 6 horas até às 12, no dia de verão, enquanto essa diminuição ocorre de forma menos brusca no dia de inverno, cuja umidade diminui das 6 até às 15 horas. No dia de verão, o valor da umidade relativa do ar cresce a partir das 12 horas, aumentando de forma lenta até às 15 horas. A partir desse horário, cresce de forma mais brusca até às 18 horas, quando se percebe um aumento lento. Verificou-se um aumento rápido da umidade relativa do ar a partir das 15 horas do dia de inverno até às 18 horas, quando passa a diminuir de forma mais lenta (Figura 04).

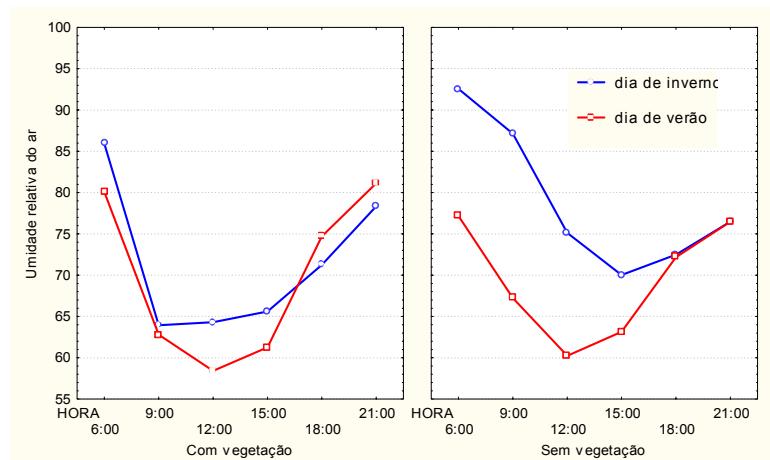


Figura 04 – Gráfico do comportamento da umidade relativa do ar nos dias, horas e locais de medição.

Os locais onde se verificaram os mais altos valores da umidade média do ar dentro do Parque das Dunas foram os pontos 05 e 06 (Figura 05), correspondentes, respectivamente, aos locais situados em uma área onde a vegetação é densa. As maiores taxas de umidade relativa média do ar verificadas fora da área do Parque das Dunas foram observadas nos pontos 19 e 20, correspondentes, respectivamente, localizados dentro do Campus Universitário (área aberta, próxima ao Parque das Dunas) e no Aeroporto Augusto Severo (local onde foram detectadas altas temperaturas). Deve-se ressaltar que o elemento climático umidade do ar depende da temperatura do ar que, por sua vez, está relacionada com as taxas de esfriamento e aquecimento da superfície do solo, da radiação solar e da topografia do local.

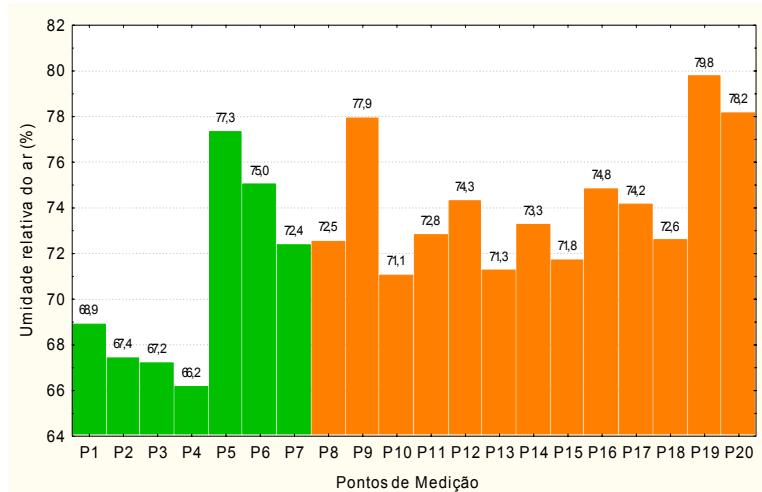


Figura 05 – Gráfico do nível da umidade relativa do ar nos pontos de medição

Verificou-se que a **velocidade do vento**, em todas as horas e locais de medição, foi maior no dia de inverno (Figura 06), pois o sistema atmosférico do anticiclone semifixo do Atlântico Sul está mais vigoroso, com atuação forte dos ventos dos quadrantes nordeste (NE), sudeste (SE) e sul (S), nos meses de junho, julho, agosto e setembro. A velocidade média do vento é mais fraca nos meses de outubro, dezembro, janeiro e fevereiro, porque o sistema atmosférico da Massa Tropical Atlântica está mais forte, o que resulta em ventos fracos, temperaturas elevadas e teor de umidade reduzido. Após a aplicação dos testes estatísticos, verificou-se que existe efeito do Dia do Ano (fator 2) em que foram realizadas as medições e da presença da Vegetação/Característica do local de medição (fator 4).

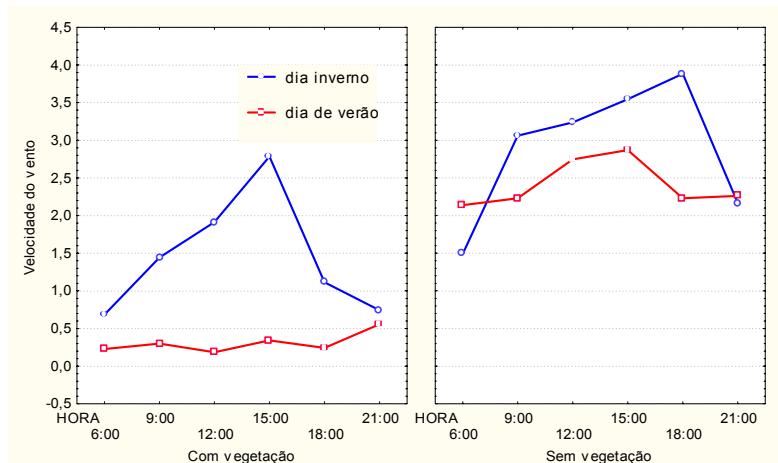
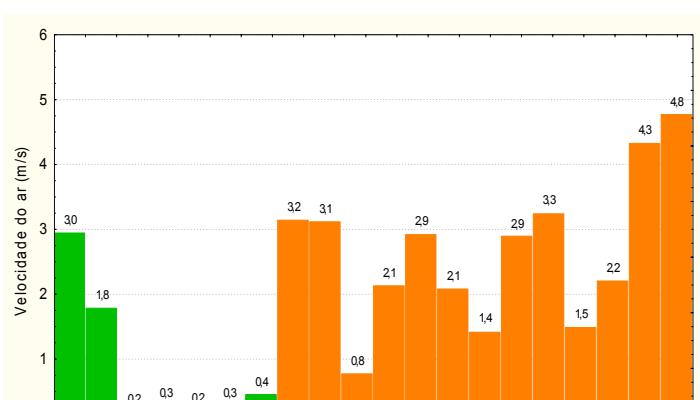


Figura 06 – Gráfico do comportamento da velocidade do vento nos dias, horas e locais de medição.

Quando se observa o gráfico da Figura 07, percebe-se que a velocidade média do vento é menor dentro da área do Parque das Dunas, pelo fato da vegetação atuar como um elemento de bloqueio ou de filtragem dos ventos. Verificaram-se as menores velocidades médias do vento nos pontos 03, 04, 05 e 06, que correspondem, respectivamente, aos pontos localizados numa área de vegetação densa. Os locais que apresentaram as maiores velocidades médias de vento foram os pontos 19 e 20, localizados, respectivamente, no Campus da UFRN e no Aeroporto Augusto Severo.



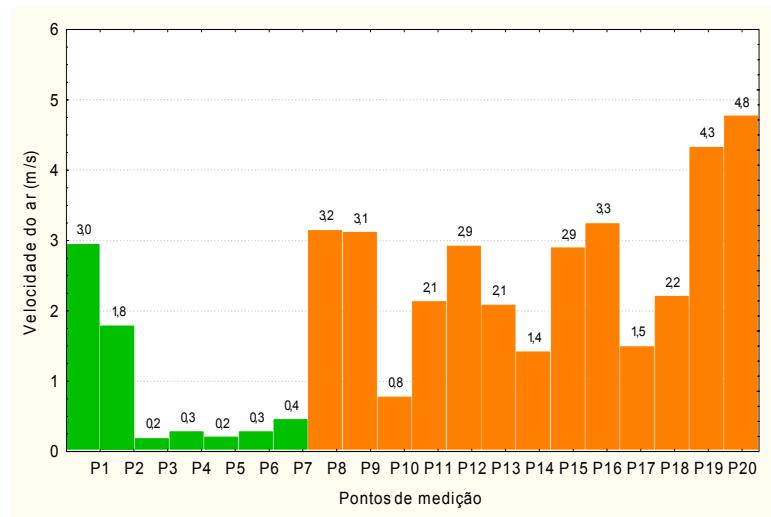


Figura 07 – Gráfico do nível da velocidade do vento nos pontos de medição.

Após a aplicação dos testes, verificou-se que existe efeito do Dia do Ano (fator 2) em que foram realizadas as medições e a Vegetação - Característica do local de medição (fator 4). No entanto, quando se analisa o gráfico da Figura 08, não verifica-se diferenças significativas de direção do vento nos locais com ou sem vegetação entre os dias de inverno e verão.

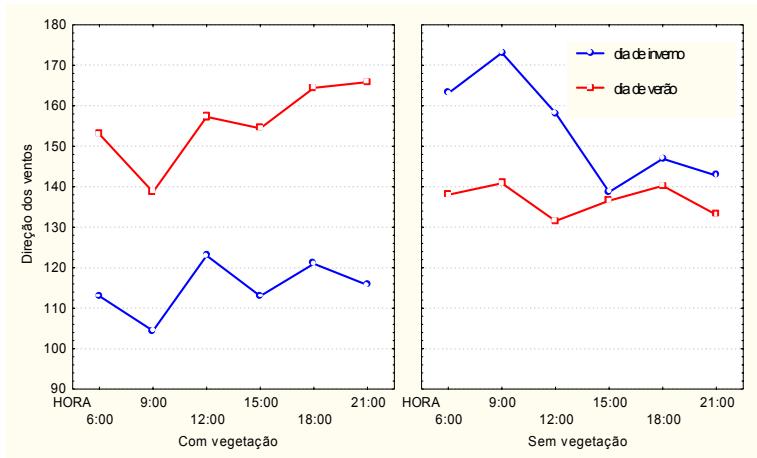


Figura 08 – Gráfico do comportamento da direção dos ventos nos dias, horas e locais de medição.

De acordo com o gráfico da Figura 09, percebem-se três momentos nos quais a direção do vento sofre uma certa mudança: o primeiro ocorre dentro da área do Parque das Dunas, no ponto 03, que corresponde a um local com vegetação densa; no ponto 09, localizado na Estação do INPE, dentro do Campus Universitário; e no ponto 14, localizado nas de área de concentração de edifícios, onde existe a possibilidade de haver formação de área de *canyons* urbano.

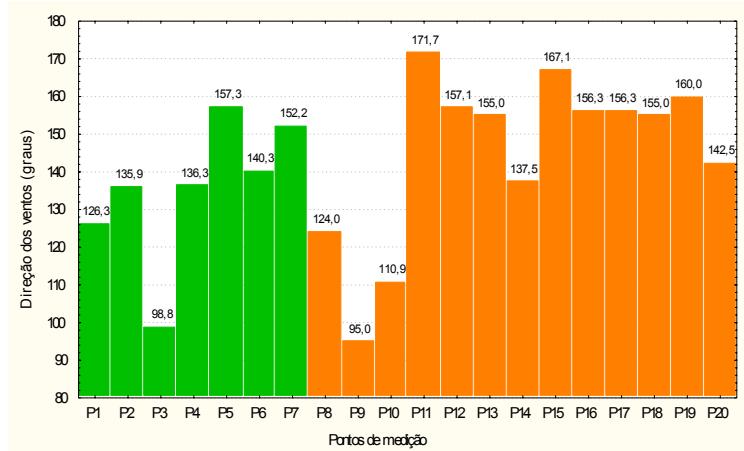


Figura 09 – Gráfico do nível da direção dos ventos nos pontos de medição

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enfim, conclui-se que o Parque das Dunas atua no clima de Natal, porque possui os efeitos de oxigenar o ar e umedecer o ar, fixar as areias das dunas, purificar o ar, reduzir e filtrar a radiação solar, diminuir a temperatura do ar no seu interior e num raio de 3,51 km<sup>2</sup> do seu entorno, constituir uma paisagem caracterizada pela beleza natural, ser um local de captação das precipitações pluviais pelas dunas, gerar um microclima de conforto para a população de Natal e contribuir para aumentar a qualidade de vida dos habitantes dessa cidade, além de ser mais uma opção de lazer para a população natalense. O verde de Natal mais significativo ainda é o da vegetação do Parque das Dunas com suas belas paisagens.

O presente trabalho limitou-se a estudar o efeito climático gerado pelo Parque das Dunas dentro da cidade de clima quente. Porém esse Parque constitui um rico universo para pesquisadores interessados em conhecer mais sobre os aspectos relacionados com questões ambientais, climatológicas e paisagísticas. Diversos trabalhos poderão ser realizados nas áreas da biologia, do urbanismo, da climatologia urbana, da geologia, da hidrologia, da sociologia, dentre outras. O mencionado Parque é um laboratório propício para a realização de diversas atividades relacionadas com a pesquisa.

Com esta pesquisa, conclui-se que Natal é uma cidade privilegiada, por possuir um oásis dentro do seu perímetro urbano. Devido à relevante importância do Parque das Dunas para a cidade, é fundamental que sua população esteja consciente desse fato e que esteja sempre pronta a proteger e lutar pela preservação dessa área. Os resultados obtidos com esta pesquisa trazem dados que reforçam a importância da contribuição acadêmica para o bem estar social, ou seja, as recomendações aqui contidas reforçam a importância da integração universidade/sociedade e aponta a fundamental relevância da interdisciplinaridade na realização de trabalho científicos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYODE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: DIFEL, 1986. 332p.

ARAÚJO, Henrique Silveira de; MARTINS, Themis Lima Fernandes; ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de (1998). **Dias climáticos típicos para o projeto térmico de edificações em Natal/RN**. Natal: EDUFRN,

ARAÚJO, Virgínia M. D. et al. (2000). **Análise bioclimática da forma urbana de Natal/RN**. Relatório de Pesquisa. UFRN, Natal.

CARVALHO, Márcia Monteiro (2001) **Clima urbano e vegetação: Estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal.** Dissertação (Mestrado) – UFRN, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Natal/RN.

GARCIA, Maria Carmen Moreno. **Climatología urbana.** Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. 71p. (Textos docentes, 160).

IZARD, Jean-Louis; GUYOT, Alain. **Tecnología y arquitectura.** Barcelona: Gustavo Gilli, 1980. 192p.

KONYA, Allan. **Diseño en climas calidos: manual práctico.** Madrid: H. Blume, 1981. 153p.

MASCARÓ, Lúcia. **Ambiência urbana.** Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1996. 199p.

ROBINETTE, Gary O. **Plants and their environmental functions.** Washington, DC: Departament of the Interior, National Park Service, 1972. 141 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Projeto, 1988. 128p.

