



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**Avaliação do Conforto Humano no Transporte
Público Paulistano: Estudo de Caso da Linha
6000-10 em Veículos Climatizados e Não
Climatizados**

Caroline Freire dos Santos

São Paulo

2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**Avaliação do Conforto Humano no Transporte Público
Paulistano: Estudo de Caso da Linha 6000-10 em Veículos
Climatizados e Não Climatizados**

Caroline Freire dos Santos

Trabalho de Graduação Individual (TGI II)
apresentado como requisito para a obtenção
do grau de bacharel em Geografia,
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências
Humanas

Orientador: Prof. Emerson Galvani

São Paulo

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Claudia e Paulo, obrigada por serem as pessoas mais incríveis na minha vida e por sempre acreditarem em mim. Amo vocês!

À minha avó, que mais do que qualquer pessoa, me mostrou a importância da leitura e dos estudos.

Ao meu irmão, por todo o apoio e amor demonstrado durante esses anos.

Ao meu muito querido orientador, por toda a paciência, disposição, bom humor e fofura que sempre me mostrou. Sou extremamente grata por toda a ajuda. Foi muito inspirador e divertido ser orientada por você!

Ao meu caro amigo Jun, que deu sua maior prova de lealdade por aceitar me ajudar nas medições indo até o extremo da zona sul de São Paulo comigo. Sem a sua ajuda esse trabalho não seria o mesmo! Muito obrigada!

Às amigas mais incríveis que encontrei nessa universidade, Helen, Letícia e Bruna. Agradeço de coração por toda compreensão, ajuda, estímulo e alegria que me deram durante esses anos. Tenho muito orgulho de chama-las de minhas amigas!

À galera do LCB por fazerem minhas tardes muito mais animadas.

Ao melhor técnico de laboratório do mundo, Rogério Rozolen Alves! Sempre muito prestativo e pronto para resgatar todos os meus pen drives esquecidos. Durante esse ano frequentando o laboratório nossas conversas animadas sempre me motivaram a seguir em frente. Valeu por tudo Roger!

RESUMO

A linha 6000-10 percorre a zona sul do município de São Paulo, indo do Terminal Santo Amaro até o Terminal Parelheiros. Nessa pesquisa foi avaliado o conforto humano em ônibus climatizados (OC) e não climatizados (ONC) para os usuários dessa linha nos dias 15, 22 e 29 de agosto de 2016. Para este objetivo, foram realizados trabalhos de campo para a aferição da temperatura do ar, umidade relativa e ponto de orvalho no ambiente interno dos ônibus. Esses atributos climáticos foram relacionados com a lotação, o uso do solo do trajeto percorrido e aos sistemas sinóticos atuantes na região. Na análise dos dados foram aplicados o Índice de Temperatura Efetiva e o Índice de Desconforto Humano. A comparação dos dados revelou que os ONC apresentam maior suscetibilidade aos atributos climáticos externos do que os ônibus climatizados, nos permitindo concluir que os OC se mostraram mais eficientes ao isolar termicamente a ambiente interno do ônibus. Acrescentamos ainda que a partir da análise das temperaturas, os OC apresentaram maior conforto humano para os seus usuários nos dias avaliados.

Palavras-chave: temperatura do ar, umidade relativa, uso do solo.

ABSTRACT

The 6000-10 bus line goes through the south of the city of São Paulo, starting at Santo Amaro bus station to Parelheiros bus station. In this research has been assessed the thermal comfort in acclimatized and no acclimatized buses for the users of this line in August 15, 22 and 29. For this purpose, fieldworks were done to measure the temperature, relative humidity and dew point inside the bus. This climatic attributes were related to the bus stocking, land use during the journey, and to the synoptic system active in the region. In the data analysis has been used the Effective Temperature Index and the Human Discomfort Index. The data comparison revealed that the no acclimatized bus presents greater susceptibility to climatic attributes than the acclimatized bus, allowing us to conclude that the acclimatized bus proved to be more efficient on thermally insulating the environment. Besides, from the temperature analysis, the acclimatized bus presented greater thermal comfort for the users.

Keywords: air temperature, relative humidity, land use.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Representação do trajeto percorrido pela linha 6000-10..... | 5 |
| Figura 2 - Mapa da classificação de Monteiro (1973)..... | 7 |
| Figura 3 - Mapa das Unidades Climáticas Naturais do município de São Paulo de acordo com a classificação de Tarifa e Armani (2002)..... | 16 |
| Figura 4 - Mapa das Unidades Climáticas Urbanas do município de São Paulo de acordo com a classificação de Tarifa e Armani (2002)..... | 18 |
| Figura 5 - Esquema de conforto humano..... | 21 |
| Figura 6 - Mapa de Localização da Estação Meteorológica de Capela do Socorro do CGE. Latitude: 23°46'52.16"S Longitude: 46°43'30.69"W | 23 |
| Figura 7- Exemplificação do procedimento adotado para ajuste dos dados da Estação Meteorológica..... | 23 |
| Figura 8 - Ônibus da linha 6000-10 não climatizado..... | 25 |
| Figura 9 - Datalogger digital modelo HT500..... | 27 |
| Figura 10 - Classificação da lotação nos veículos durante o trabalho de campo..... | 29 |
| Figura 11 - Diferenciação entre a classificação de OC e ONC..... | 29 |
| Figura 12 - Gráfico do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e lotação no ônibus para o dia 15 de agosto de 2016. | 31 |
| Figura 13 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 15 de agosto de 2016 dentro do OC. | 34 |
| Figura 14 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 15 de agosto de 2016 dentro do ONC. | 35 |
| Figura 15 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no OC..... | 36 |
| Figura 16 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ONC..... | 37 |
| Figura 17 - Carta sinótica do dia 15 de agosto de 2016..... | 38 |
| Figura 18 - Gráfico do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e da lotação nos ônibus para o dia 22 de agosto de 2016. | 40 |
| Figura 19 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 22 de agosto de 2016 dentro do OC. | 42 |
| Figura 20 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 22 de agosto de 2016 dentro do ONC. | 43 |
| Figura 21 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ônibus com ar condicionado..... | 44 |
| Figura 22 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ônibus com ar condicionado..... | 45 |
| Figura 23 - Carta sinótica do dia 22 de agosto de 2016..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Figura 24 - Gráfico do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e da lotação nos ônibus para o dia 29 de agosto de 2016..... | 47 |
| Figura 25 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 29 de agosto de 2016 dentro do OC..... | 51 |
| Figura 26 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 29 de agosto de 2016 dentro do ONC..... | 51 |
| Figura 27 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo OC..... | 52 |
| Figura 28 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ONC..... | 53 |
| Figura 29 - Carta sinótica do dia 29 de agosto de 2016..... | 55 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervalos e respectivos efeitos na aplicação do Índice de Desconforto Humano..... 25

Tabela 2 - Intervalos e respectivos efeitos de sensação térmica na aplicação do Índice de Desconforto Humano..... 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OC - Ônibus Climatizado

ONC - Ônibus não Climatizado

TE - Índice de Temperatura Efetiva

IDH - Índice de Desconforto Humano

CGE - Centro de Gerenciamento de Emergências

EMA - Estação Meteorológica Automática

CPLA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Governo de São Paulo

UHCT - Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo

mTa - Massa Tropical Atlântica

mPa – Massa Polar Atlântica

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. Objetivo | 2 |
| 2.1 Objetivos Específicos | 3 |
| 3. Área de Estudo | 3 |
| 4. Revisão Bibliográfica | 6 |
| 4.1 O clima do Estado de São Paulo | 6 |
| 4.1.1-A Classificação de Monteiro (1973) | 6 |
| 4.1.2-Classificação de Setzer (1966) | 9 |
| 4.2-O clima da Cidade de São Paulo | 10 |
| 4.2.1-A Classificação de Tarifa e Armani (2001) | 10 |
| 4.3 Conforto Humano | 18 |
| 5. Método e procedimentos metodológicos..... | 21 |
| 6. Resultados e Discussões..... | 30 |
| 6.1 Trajeto do dia 15 de agosto de 2016 | 30 |
| 6.1.1 Conforto Humano..... | 30 |
| 6.1.2 Temperatura | 32 |
| 6.1.3 Umidade Relativa..... | 32 |
| 6.1.4 Uso do Solo | 33 |
| 6.1.5 Análise Integrada | 35 |
| 6.1.6 Análise sinótica..... | 37 |
| 6.2 Trajeto do dia 22 de agosto de 2016 | 38 |
| 6.2.1 Conforto Humano..... | 38 |
| 6.2.2 Temperatura | 40 |
| 6.2.3 Umidade Relativa..... | 41 |
| 6.2.4 Uso do solo..... | 41 |
| 6.2.5 Análise integrada | 44 |
| 6.2.6 Análise Sinótica | 46 |
| 6.3 Trajeto do dia 29 de agosto de 2016 | 46 |
| 6.3.1 Conforto Humano..... | 47 |
| 6.3.2 Temperatura | 48 |
| 6.3.3 Umidade Relativa..... | 48 |

| | |
|--|----|
| 6.3.4 Uso do solo..... | 49 |
| 6.3.5 Análise integrada | 52 |
| 6.3.6 Análise Sinótica | 54 |
| 7. Conclusões e Considerações Finais | 55 |
| 8. Limitações da Pesquisa | 57 |
| Referências Bibliográficas | 58 |

1. INTRODUÇÃO

A situação do transporte público na cidade de São Paulo apresenta diversas deficiências como a superlotação, tráfego lento, problemas técnicos e desconforto humano. Ônibus, trens e metrôs enfrentam sérios problemas nos horários de pico que, quando unidos aos congestionamentos e a falta de ventilação dentro do transporte, geram a percepção de desconforto em seus usuários.

Em uma pesquisa feita durante o verão de 2014, constatou-se que a amplitude térmica entre o interior do ônibus e a temperatura externa era da ordem de 5°C (BARDUCO, 2012). Essa diferença é a responsável pelo desconforto humano no interior do ônibus, mesmo que o ambiente externo apresente conforto. Essas condições influenciam a qualidade ambiental da população.

Dada esta situação, os governos Municipal e Estadual têm apresentado um esforço na tentativa de melhorar a condição de conforto humano dentro de ônibus e de metrôs no município de São Paulo. Prova disso é que muitas das linhas novas desses meios de transporte apresentam sistema de condicionamento de ar. De acordo com a Lei 16.428, 80% da frota de ônibus deve ser equipada com ar condicionado. O estudo da relação entre o conforto humano e o sistema de condicionamento de ar nos ônibus de São Paulo poderia revelar até que ponto esse sistema melhora o conforto humano e então fomentar a implementação de artifícios que diminuam o desconforto humano no transporte público.

Ainda é importante salientar que uns dos fatores que tem influência na temperatura interna do ônibus é o uso do solo pelo qual ele passa, uma vez que a mudança da cobertura e do uso do solo tem causado modificações importantes em variáveis meteorológicas como a temperatura do ar (COLTRI et al., 2009). “Embora não se saiba precisamente em termos quantitativos a participação do homem no fluxo total de calor que compõe o sistema clima urbano da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)” (ALVES et al, 2012, p.314), pode-se afirmar que as atividades antrópicas possuem uma eficiência maior em transferir o calor para o ar do que a própria insolação. De acordo com

Azevedo (2001), o montante de energia produzido pela atividade humana é passível de comparação na ordem de mesma grandeza com o montante de energia introduzido pela radiação solar. Portanto, não se pode negligenciar o poder das atividades humanas no estudo do clima urbano.

Por essa grande degradação que ocorre no ambiente urbano e como consequência, o comprometimento da qualidade ambiental da população, as lideranças têm apresentado uma maior preocupação com o planejamento e gestão urbana. Alguns dos problemas desse processo que tem grande implicação na qualidade ambiental urbana são as ilhas de calor, desconforto humano e o estresse termal (MONTEIRO, 2015). Esses fenômenos são de grande relevância, pois o “aprofundamento sobre os estudos do ambiente urbano tornou-se de grande interesse para os geógrafos” (MONTEIRO, 2015, p.159).

O conforto climático dentro do ônibus pode ser expresso pelas variáveis calor, ventilação e umidade. O ar condicionado tem como objetivo garantir o conforto humano de seus ocupantes e propiciar condições ideais para o funcionamento do organismo (SOUZA, 2008). Portanto, cabe aos sistemas de ar condicionado a regulação das variáveis que mais tem relação com o conforto humano do organismo. Ele é o responsável pelo processo de regulação artificial da temperatura e umidade em um espaço determinado a um nível desejado (DÍAZ, 2002).

A análise de conforto humano deve seguir a seguinte sequência de acordo com Olgyay: “Climate → Biology → Technology → Architecture” (OLGYAY, 1973, p.11). Neste trabalho enfatizaremos os efeitos das condicionantes climáticas, temperatura e umidade relativa, no corpo do ser humano. Portanto, o conforto humano analisa a zona de conforto em que a temperatura do ar ideal é intermediária entre a insolação e o ponto de congelamento (OLGYAY, 1973)

2. OBJETIVO

Essa pesquisa tem como objetivo analisar quantitativamente a diferença de conforto humano do ônibus climatizado (OC) e não climatizado (ONC) a partir

do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e do Índice de Desconforto Humano (IDH).

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar a situação de conforto humano dentro de um ONC a partir da temperatura e umidade relativa do ar;
- Investigar a situação de conforto humano dentro de um OC a partir da temperatura e umidade relativa do ar;
- Relacionar as duas situações e analisar qual delas se encaixa melhor nos padrões de conforto humano a partir do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e do índice de Desconforto Humano (IDH);
- Averiguar os padrões de uso do solo do trajeto selecionado e sua influência na produção de condições de conforto e desconforto;
- Comparar as temperaturas obtidas na medição com os dados da Estação Meteorológica Automática localizada na Capela do Socorro.

3. ÁREA DE ESTUDO

O trajeto do ônibus Terminal Santo Amaro – Terminal Parelheiros 6000 - 10 tem como ponto de partida o bairro Santo Amaro, cuja origem remonta ao núcleo indígena localizado às margens do rio Jurubatuba, atual Pinheiros. Ele era um município independente até o ano de 1935, quando foi incorporado ao município de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016). Chegou ainda a ser o maior polo industrial da cidade, sendo atualmente o segundo. Santo Amaro também é um bairro conhecido por suas profundas desigualdades sociais com diversos condomínios de luxo que podem ser contrastados com a comunidade Jurubatuba. Em 2016, viviam nessa comunidade 1.852 famílias em situação de extrema pobreza (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017).

Caminhando mais para a zona sul de São Paulo, o ônibus passa pelo distrito Cidade Dutra. Este tem suas origens relacionadas a uma vila de operários de classe média que foi construído para ser “habitado por funcionários da antiga Light e da Companhia Metropolitana de Transporte Coletivo (CMTC) nos primeiros anos dos anos 1940” (PONCIANO, 2004, p.77). Nos anos posteriores, o bairro passou a ser ocupado por casas geminadas de

dois dormitórios e possuía boa infraestrutura com hospitais, e transporte até a região central da cidade. Foi entre os anos 1950 a 1960 que começou o “crescimento desordenado” e assim acabou se tornando um dos maiores distritos da zona sul, com todos os problemas inerentes a bairros com grande expressão demográfica, como é o caso dos 196.360 habitantes (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016) sem o suporte necessário para suprir suas necessidades.

Ainda mais no extremo da zona sul, Parelheiros tem sua história relacionada aos imigrantes alemães. Isso porque Dom Pedro I, preocupado com as invasões espanholas, doou terras e determinou um assentamento de colonos alemães na região (PONCIANO, 2004). Foi a partir de 1944 que a população do bairro começou a crescer por fatores tais como alocação de habitação mais barata e pela facilidade de instalação de loteamentos clandestinos. Hoje o bairro conta com 131.183 habitantes (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016).

A linha 6000-10 percorre todos esses bairros e a história deles se reflete na população que a utiliza. Com um trajeto que dura em média 75 minutos em horário de pico, a linha tem recordes de lotação, como o passa rápido Rio Bonito e o Terminal Varginha. Os ônibus da linha possuem 55 assentos e comportam 118 pessoas de pé, de acordo com a sinalização.

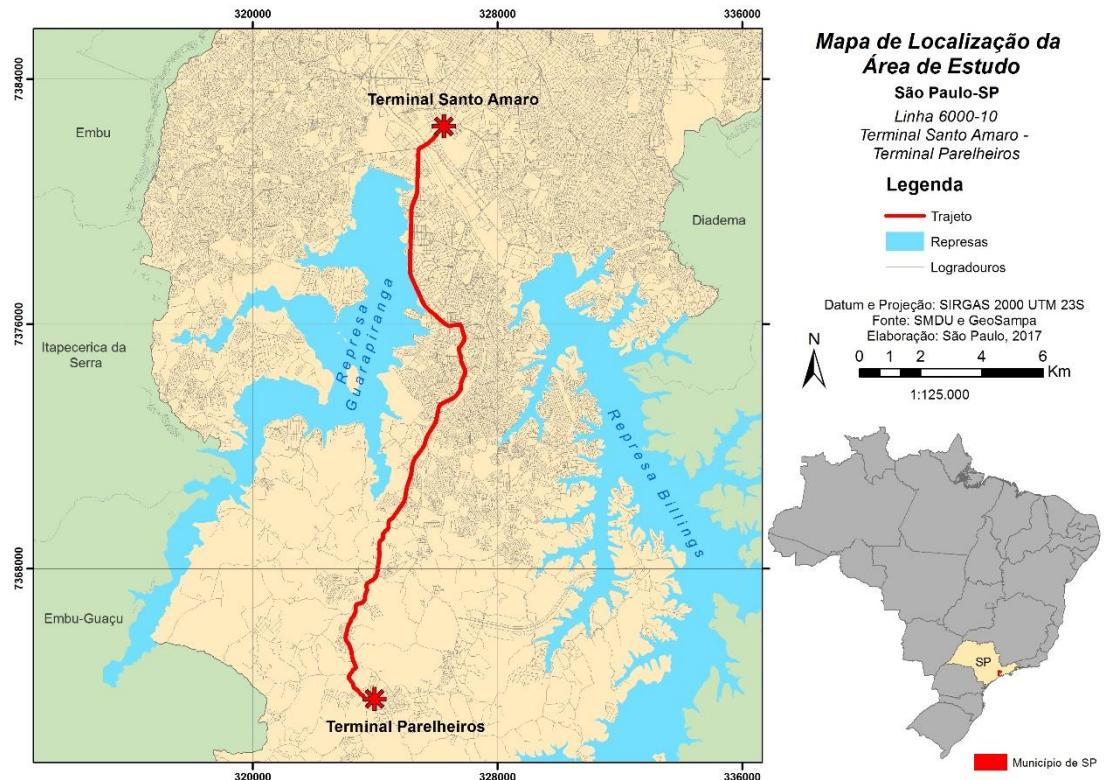


Figura 1 - Representação do trajeto percorrido pela linha 6000-10.

Fonte: Elaboração própria adaptado de SMDU, 2016.

O município de São Paulo comportava uma população de 11.967.825 de pessoas no ano de 2015 (IBGE, 2015) além de possuir uma densidade demográfica de 7.398,26 hab/km² (IBGE, 2015). Portanto é previsível que seus gestores tenham de lidar com problemas de saneamento básico, saúde, educação, moradia e transporte público. Os bairros de Santo Amaro, Cidade Dutra e Parelheiros, não são exceção a essa realidade.

Todavia, para atender essa população existem 14.440 veículos divididos em 1.350 linhas que transportaram 2.915.344.011 de pessoas em 2016 (SPTRANS, 2017). De acordo com a Lei N° 16.428, de 25 de abril de 2016, pelo menos 80% da frota de ônibus deve ser climatizada, porém a lei não coloca prazos para que isso aconteça. Ela pontua, contudo, que essa mudança deve acontecer de forma gradativa dando prioridade as linhas que possuem um número maior de passageiros e percorrem as maiores distâncias. De acordo com o último levantamento feito em agosto de 2017, há na cidade de São Paulo 2.338 ônibus climatizados circulando (SPTRANS, 2017). Para alcançar a meta que a lei estabelece, devem existir 11.552 veículos climatizados, se

considerarmos o total de 14.440. É possível notar que ainda há um longo caminho a ser trilhado para se alcançar o número estabelecido pela lei.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O clima do Estado de São Paulo

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (1994), clima é “um conjunto flutuante de condições atmosféricas caracterizadas pelos estados e evolução do tempo no curso de um período suficientemente longo, em um domínio espacial determinado”. Já na definição do Instituto Nacional de Meteorologia clima é a “descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes durante determinado período de tempo” (INMET, 2017, S/N). A seguir trataremos das classificações do clima do estado de São Paulo.

4.1.1-A Classificação de Monteiro (1973)

Para iniciar a descrição do clima do estado de São Paulo, será feita uma análise da classificação de Monteiro (1973) que procurou esclarecer a gênese do clima regional, buscou assinalar “feições” mais definidamente distinguíveis e analisou a frequência da passagem das massas de ar que mais influenciam o estado.

O primeiro clima analisado é o chamado clima do *Litoral e Planalto Atlântico Norte* onde há menor participação das massas polares (30 a 40%) e onde se está menos sujeito as invasões de frio que o setor central e sul; Porém, a parcela mais próxima da Serra do Mar é responsável pela acentuada pluviosidade mesmo no inverno.

Esse clima ainda é caracterizado pela forte relação com a Massa Tropical Atlântica que, embora durante o inverno tenda à estabilidade e ao bom tempo, pode produzir pequenas chuvas na orla litorânea setentrional. Durante o período seco os totais pluviométricos ficam na faixa dos 500 mm, no entanto, nos meses de primavera e verão (chuvosos) fazem com que essa área tenha totais anuais superiores a 2.000 mm, podendo atingir até 3000 mm no trecho

entre Santos e São Sebastião (GALVANI; LIMA, 2012). A Frente Polar tem uma forte atuação na área e é a responsável por uma significativa parcela das chuvas de primavera e verão (MONTEIRO, 1973).

Partindo para a descrição do clima em que se localiza o município de São Paulo, o clima do *Litoral e Planalto Atlântico Sul* apresenta como principal característica possuir a maior participação da Massa Polar do estado, de acordo com Monteiro, enquanto que a “distribuição quantitativa das chuvas varia ao sabor da topografia” (MONTEIRO, 1973).

As chuvas frontais apresentam uma grande importância nesse clima e levando em consideração a gênese frontal e as frentes polares que habitam a região, essa área também apresenta os totais diáários mais elevados (MONTEIRO, 1973). Já na bacia paulistana há uma diminuição da pluviosidade em relação às outras áreas, podendo assim fazer-se uma diferenciação de um período seco.

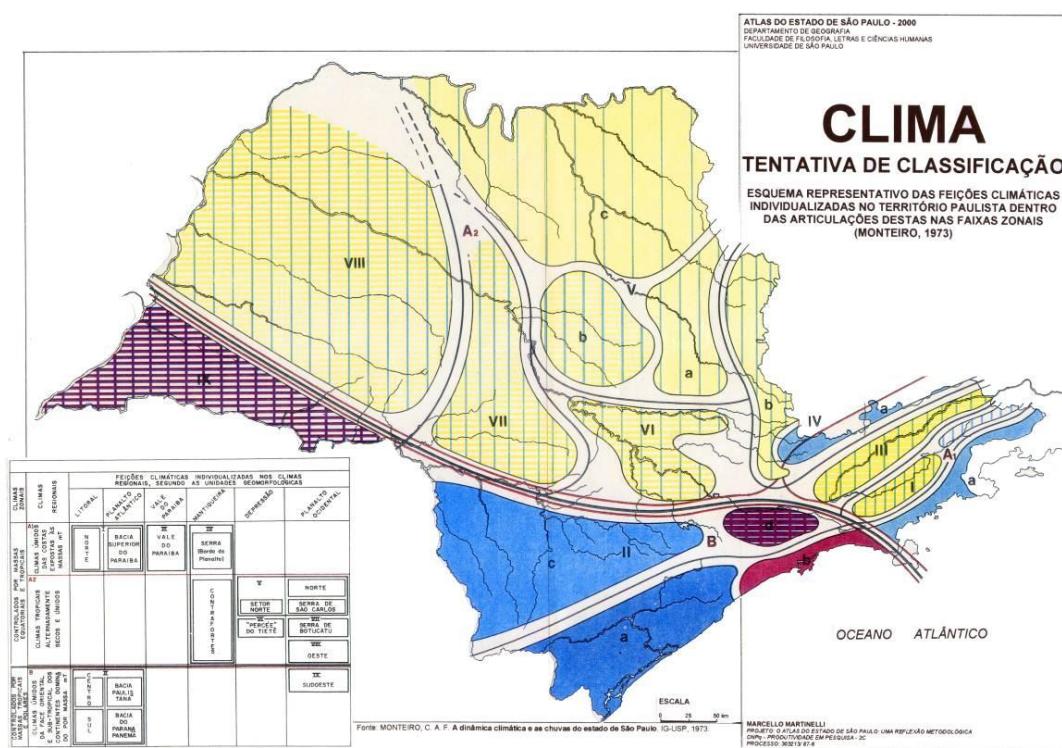


Figura 2 - Mapa da classificação de Monteiro (1973).

Fonte: MARTINELLI, 2010

No Vale do Paraíba, localizado entre a Serra do Mar e a da Mantiqueira, percebe-se uma faixa de menor umidade e temperaturas mais elevadas, embora ainda possua uma classificação climática associada à da Bacia Paulistana. Contudo a Bacia Paulistana, devido a sua localização, está mais sujeita as ondas de frio.

A Mantiqueira é uma área individualizada devido ao relevo e assim, destaca-se pela diminuição da temperatura e pelo aumento da pluviosidade advinda das passagens frontais que chegam já enfraquecidas.

Outra área também individualizada pelo ritmo da circulação atmosférica é a Centro Norte, que se sobrepõe às diversificações do relevo. A principal característica desse clima é estação seca bem definida que faz com que ele apresente o inverno mais nitidamente seco do estado. A parte setentrional da Depressão Paulista apresenta ainda como característica uma reduzida nebulosidade e redução na umidade. A parte norte do estado também apresenta grande nitidez de um período seco, que geralmente apresentam 10 a 15 dias de chuvas contrastando com período chuvoso com totais mais elevados que o das áreas anteriores.

A Pércee, ou reverso do Tietê, como diz Monteiro (1973), é uma área conhecida por ser destaque na atividade agrícola apresentando solos férteis, graças às manchas de terra roxa que se originaram de intrusões de diabásio. Em relação à pluviometria, os totais mensais não passam dos 1100 mm mensais em quase todas as estações.

Na faixa de transição e na Serra de Botucatu os totais pluviométricos são de 1100 a 1400 mm anuais e, como as outras localidades, também apresentam um período seco de 200 a 300 mm a 25 a 50 dias enquanto que o período chuvoso apresenta uma pluviosidade inferior a 950 mm em 50 a 100 dias.

Para Monteiro (1973), a principal característica do clima Oeste do estado de São Paulo é a atuação mais efetiva da “onda oeste-noroeste” (MONTEIRO, 1973). É provável que essa onda de aquecimento seja responsável pelas chuvas de inverno que ocorrem na região oeste do estado de São Paulo e que

faz com que alcancem totais pluviométricos maiores do que a região centro-norte do estado.

Ainda de acordo com Monteiro (1973), o clima da região *Sudeste* do estado de São Paulo apresenta uma forte relação com clima da região Oeste, pois também sente o aquecimento trazido pela corrente do interior do continente. Porém, por estar localizada mais ao sul do estado, é mais suscetível a atuação de massas de ar polares.

Borsato e Mendonça (2015) também comentam a importância da atuação das massas polares no clima da região centro-sul. Os autores enfatizam ainda que durante o inverno, estação do ano em que foram realizados os trabalhos de campo, o tímido aquecimento do continente faz com que os sistemas de alta pressão sejam favorecidos.

Por não ser a origem de sistemas atmosféricos, a região é reconhecida por ser dissipadora e modificadora de sistemas que avançam em sua direção. Esta situação implica em uma variedade de tipos de tempo. Assim, as características locais ora se apresentam como fatores de resistência, ora como elementos que facilitam sua propagação (BORSATO; MENDONÇA, 2015). Em um estudo realizado em julho de 2005, Borsato e Mendonça (2015) identificaram que a principal sistema que atuou no centro-sul foi a Massa Tropical Atlântica (mTa) e a segunda foi a Massa Polar Atlântica (mPa).

4.1.2-Classificação de Setzer (1966)

Setzer (1966), a partir da classificação climática de Köppen, divide o estado de São Paulo em seis regiões ecológicas: Arenito Bauru, Serra Geral, Depressão Paleozóica, Complexo Cristalino, Vale do Paraíba e Baixada Litorânea. Sua descrição climática dessas regiões começa com o *Arenito Bauru*, sendo que este apresenta um clima muito quente, úmido de novembro a março, com inverno frio e seco.

Já a região da *Serra Geral* também apresenta clima super quente, só que os meses de dezembro a fevereiro são super úmidos. No inverno as geadas são frequentes no vale do Paranapanema, onde também, são mais nítidas duas estações chuvosas. Na *Depressão Paleozóica* há uma transição

do clima continental para o oceânico, com estações quentes e chuvosas e inverno com tardes quentes e madrugadas frias.

Apresentando o verão fresco e úmido, o *Complexo Cristalino* também possui o inverno mais frio do estado onde ainda é bem nítida a continentalidade. Essa região faz fronteira com a baixada litorânea, que possui um verão bem menos quente do que a região do Arenito Bauru por causa de sua grande umidade. Sua principal característica são os volumosos totais pluviométricos.

Embora “no Estado de São Paulo, devido ao seu relevo acidentado (SIC), posição geográfica e diferentes influências de massas de ar, constata-se grande diversidade climática, sendo complexo seu estudo” (ROLIM *et al.*, 2007), devemos destacar que essa complexidade não deve obstaculizar os esforços da classificação climática do estado, assim como bem demonstra os autores usados como referência. Podemos passar assim a classificação climática do município de São Paulo.

4.2-O clima da Cidade de São Paulo

Localizada a uma latitude aproximada de 23°21'S e longitude 46°44'W, bem próxima ao Trópico de Capricórnio, a cidade de São Paulo apresenta uma realidade climática de transição entre os Climas Tropicais Úmidos de Altitude, com um período seco bem definido e os climas subtropicais, permanentemente úmidos. Uma das principais características climáticas dessa “transição zonal é a alternância de estações” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.35), sendo uma quente e úmida e outra fria e seca, somado a variações bruscas do ritmo e da sucessão dos tipos de tempo.

4.2.1-A Classificação de Tarifa e Armani (2001)

4.2.1.1Os “Climas Naturais”

Recorrendo as normais climatológicas de 1961 a 1990 da estação meteorológica do Mirante de Santana, os autores procuram exemplificar a sazonalidade dos atributos climáticos no município de São Paulo. Nesses dados percebemos duas estações bem definidas, uma quente e úmida (de outubro a março) e outra fria e seca (de abril a setembro).

Durante a análise dos dados, Tarifa e Armani (2001) perceberam que a pressão atmosférica varia de 929,4 Mb em julho a 923,2 Mb em dezembro. A variabilidade da temperatura do ar é bem semelhante e no período de maio a junho apresenta as menores médias variando entre 15,8°C em julho e 19°C em outubro. Durante as estações quentes, as temperaturas médias variam de 22,4°C em fevereiro e 20,3° em novembro. Durante a normal, a temperatura máxima absoluta foi de 35,3°C no dia 15 de novembro de 1985 e a mínima absoluta foi de 1,2°C em 1º de junho de 1979.

Em relação à umidade relativa do ar, pode-se dizer que ela se mantém entre um mínimo de 74% no mês de agosto e 80% em janeiro, março, abril e novembro (média). A pluviosidade média anual entre 1961 a 1990 foi de 1.454 mm, sendo o mês mais chuvoso (janeiro), com 238,7 mm, e o mês mais seco (agosto), com apenas 38,9 mm. O máximo pluviométrico, em 24 horas (para o posto meteorológico do Mirante de Santana), ocorreu dia 21 de dezembro de 1988, tendo sido registrado um valor de 151,8 mm.

É mister levar em consideração que o município de São Paulo está inserido no chamado Planalto Atlântico, com uma altitude que varia de 720 a 850 metros. “A topografia desse planalto apresenta as mais variadas feições, tais como planícies aluviais (várzeas), colinas, morros, serras e maciços com diversas orientações” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.39). A pouca distância (aproximadamente 45 km) encontramos o Oceano Atlântico. Portanto, todo esse quadro físico irá dar identidade aos climas locais.

Seguindo a análise e classificação climática “natural” que os autores propõem, o município de São Paulo foi dividido em cinco climas principais: Clima Tropical úmido de Altitude do Planalto Paulistano, Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá, Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juqueri, Clima Tropical Sub oceânico Super úmido do Reverso do Planalto Atlântico e Clima Tropical Oceânico Super úmido da Fachada Oriental do Planalto Atlântico. Começaremos com a descrição do Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano.

O Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano ocupa a parte central da cidade, ou a área da Bacia Sedimentar de São Paulo, local onde a

urbanização se instalou primeiro. Essa região foi dividida em mesoclimas onde “(IA) são os topos mais elevados dos maciços, serras e altas colinas; (IB) as colinas intermediárias, morros baixos, terraços e patamares; e (IC) as várzeas e baixos terraços” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.40)

A unidade IA, engloba as partes mais elevadas da cidade e, apresenta temperaturas relativamente amenas graças ao efeito da altitude, com uma média anual de 19,3°C. Em relação à pluviosidade podemos dizer que quando os sistemas atmosféricos que produzem chuva entram na Bacia do Alto Tietê, “a forma e a orientação desses morros mais elevados tende a aumentar a instabilidade desses sistemas, aumentando os totais pluviais em relação às áreas mais baixas e planas” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.40). Além disso, por apresentam declividades altas e médias, possuem um alto potencial natural para deslizamentos, movimentos de massa e desmoronamentos.

Partindo para o mesoclima das “colinas intermediárias, morros baixos, patamares e terraços” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.40) (IB), por apresentarem uma situação topográfica intermediária, as temperaturas sofrem um ligeiro aumento quando comparado com a unidade anterior. Com altitudes que variam de 740 a 800 metros, a temperatura apresenta uma média anual de 19,6° a 19,3°C.

A pluviometria dessa unidade é muito semelhante à unidade IA, pois elas se encontram ligadas pela mesma vertente, que ocasionam a elevação do ar e a desestabilização da atmosfera. Os totais anuais variam de 1.250 a 1.580 mm enquanto que o máximo em um período de 24 horas fica entre 100 a 200 mm. É comum a presença de nevoeiros nas unidades mais próximas as represas devido à proximidade com o oceano.

O mesoclima referente aos baixos terraços e as várzeas (IC) é o que abrange os principais rios do município. Por serem áreas mais baixas e receberem e absorverem mais radiação, essa unidade apresenta temperaturas mais elevadas, além do aquecimento por compressão adiabática. Contudo, ela apresenta as temperaturas mínimas absolutas mais reduzidas, variando entre 15,9° e 15,8°C. A compressão adiabática também é a responsável pela redução dos totais pluviométricos, somada a “estabilidade atmosférica

decorrente da descida do ar em direção aos vales. " (TARIFA ; ARMANI, 2001, p.41)

Uma característica marcante é que essas áreas são receptoras da pluviosidade precipitada não somente nos baixos terraços e várzeas, mas também da água advinda de outras unidades, o que ocasiona as cheias naturais, podendo alcançar até a altura dos terraços. Com a acelerada urbanização que ocorreu na cidade de São Paulo, as áreas de várzea e terraços foram ocupadas sem o devido planejamento e, portanto, quando somadas a impermeabilização e ao aumento do escoamento superficial, ocasionam novos pontos de inundação.

Partindo para o Clima Tropical Úmido Serrano da Cantareira – Jaraguá (II), este abrange os maciços e serras da face meridional do Cantareira e Jaraguá e a face setentrional do Cantareira e Jaraguá. Nessas localidades a altitude varia de 800 a 1.200 metros, e, portanto, apresenta um topoclima com temperaturas médias mais amenas de 19,3° a 17,7°C. Devido à altitude e ao fato de que a orientação da serra ser Leste-Oeste, a pluviosidade oscila entre 1.400 e 1.590 mm, considerados elevados em comparação com as unidades vizinhas.

As declividades elevadas exigem um cuidado especial para o uso e ocupação do solo, já que essas áreas apresentam um grande potencial de movimentos de massa e deslizamentos. Com relação à dispersão de poluentes, podemos dizer que, como as cristas e topo da Serra da Cantareira e Jaraguá são bem ventilados, há um aumento da instabilidade atmosférica e provocam a elevação da camada de mistura apresentando boas condições de dispersão.

Caminhando para o extremo norte da cidade, o Clima Tropical Úmido de Altitude do Alto Juqueri (III) apresenta uma subdivisão em dois mesoclimas: um referente aos morros e espigões do Alto Juqueri-Tietê e outro os terraços e várzeas do Vale do Juqueri. O primeiro é característico por apresentar altitudes elevadas, de 740 a 800 metros e temperaturas amenas com média variando entre 19,6° e 19,3°C. Com respeito à pluviosidade, pode-se dizer que a área

possui totais pluviométricos elevados, pois além de serem elevadas, estão próximas as Serras da Cantareira e do Jaraguá.

O mesoclima que engloba os terraços e várzeas do Vale do Rio Juqueri possui altitudes mais moderadas que a última, com 720 a 740 metros. As médias variam de 19,7° a 19,6°C e graças a compressão adiabática, os totais pluviométricos são um pouco reduzidos, embora o efeito da Serra da Cantareira e do Jaraguá faz com que eles sejam menores apenas que as unidades Clima Tropical Úmido Serrano e o mesoclima anterior, com precipitações de 1.400 a 1.450 mm. É importante salientar que esta área deve receber devida atenção por apresentar grande potencial de inundação, já que além de apresentar totais pluviométricos abundantes, também recebem água precipitada nas vertentes da Serra da Cantareira e Jaraguá.

Localizado ao sul da represa de Guarapiranga, o Clima Tropical Sub-Oceânico Super Úmido do Reverso do Planalto Atlântico (IV) apresenta como principal característica a proximidade com oceano quando comparado aos outros três climas analisados. Na descrição desse clima pelos autores Tarifa e Armani (2001), ele foi subdividido em dois mesoclimas: os morros e espiões elevados do Alto Pinheiros e Embu-Guaçu e o segundo abrangendo os morros e nascentes do Alto Pinheiros e Embu-Guaçu.

No mesoclima de morros e espiões elevados a temperatura apresenta uma média que varia de 19,1° a 19,3°C, sendo que a média das máximas é 24,7° a 24,9°C, das mínimas 15,5° a 15,8°C e a altitude varia de 800 a 850 metros. Já a região que abrange pelas morros e nascentes, apresenta uma média de máximas de 24,9° a 25,2°C, uma média anual entre 19,3°C e 19,6°C, e uma média de mínima de 15,5° a 15,8°C, sendo que a altitude varia de 740 metros na represa e vai até 800 metros.

Todos os mesoclimas dessa unidade climática apresentam uma pluviometria similar devido à proximidade com o oceano. Os totais pluviométricos variam de 1.400 a 1.800 mm, enquanto que os máximos de precipitação em 24 horas oscilam de 200 a 400 mm e ocorrem geralmente nas nascentes do Rio Embu-Guaçú, por estarem mais próximos ao oceano. Tarifa e Armani escrevem ainda que:

"Qualquer ocupação que se aventure nesse clima local deverá ser adaptada ao grande volume de água que precipita nessas áreas, podendo gerar movimentos de massa, deslizamentos e desmoronamentos. Os riscos desses impactos pluviométricos podem ser grandes se não houver estrutura adequada para suportá-los."

(TARIFA; ARMANI, 2001, p. 44)

O último a ser classificado, o Clima Tropical Oceânico Super-úmido da Fachada Oriental do Planalto Atlântico, são caracterizados pela forte influência oceânica. Por toda extensão desse clima, há fortes impactos pluviométricos trazidos do oceano para o continente e favorecidos pela proximidade com a Serra do Mar. Nessa área os totais anuais são muito significativos variando de 1.600 a 2.100 mm e, portanto, quando aliados às altas declividades da Serra do Mar, é necessário especial cuidado para o uso e ocupação das terras.

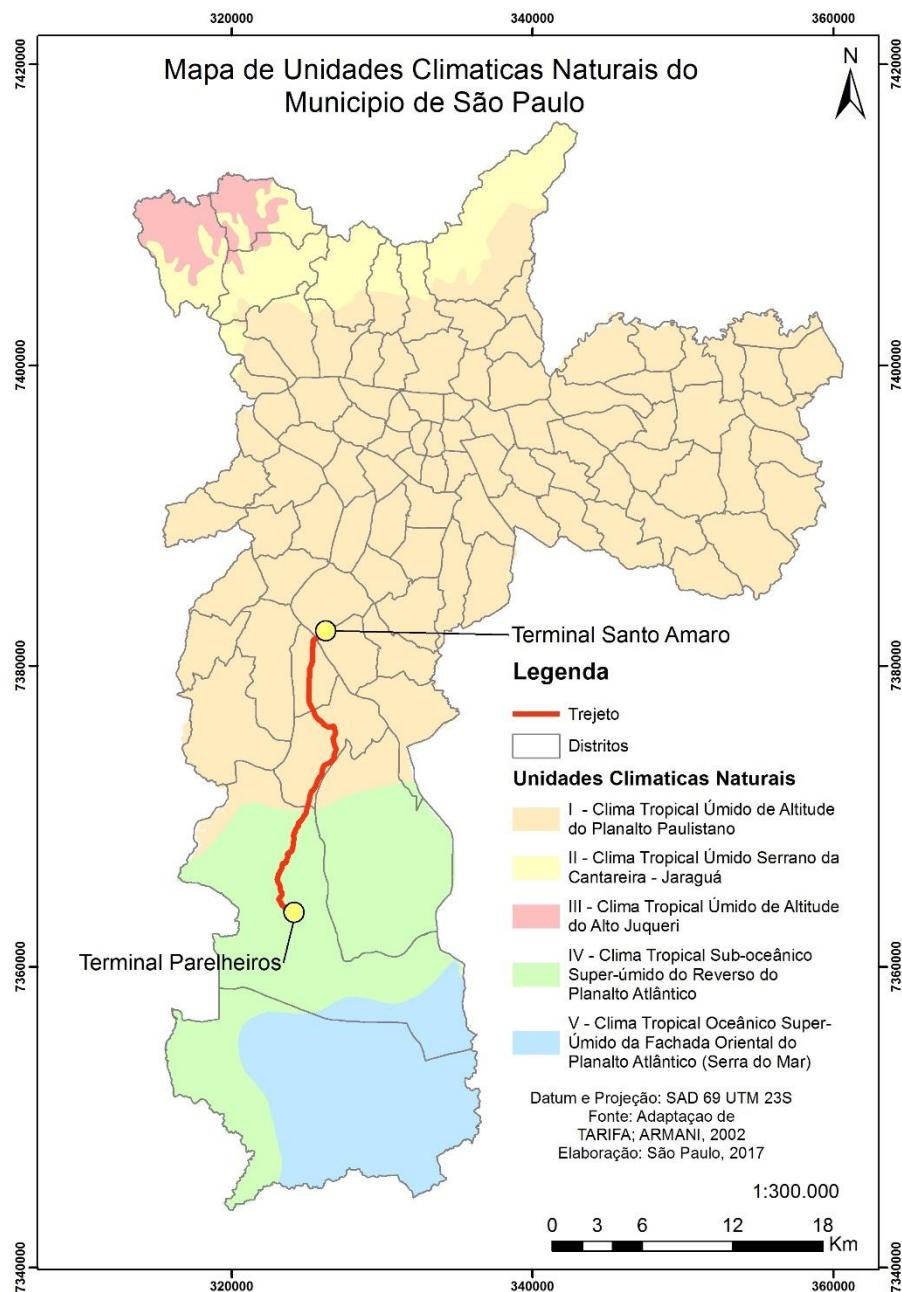


Figura 3 - Mapa das Unidades Climáticas Naturais do município de São Paulo de acordo com a classificação de Tarifa e Armani (2002).

4.2.1.2- Os Climas Urbanos

Na concepção de Tarifa e Armani (2001), as Unidades Climáticas Urbanas podem ser consideradas homogêneas para as relações que ocorrem entre os controles climáticos e os atributos. Portanto, essa classificação hierarquia relações que se definem no espaço e no tempo.

Nessa classificação, o nível I é onde se localiza a unidade central da metrópole e onde ocorrem “as maiores transformações de energia, massa e

poluição derivadas da urbanização” (TARIFA; ARMANI, 2001, p.49). Assim, a passagem para os outros níveis é acompanhada no geral de uma diminuição do número de veículos, mesmo que o número de pessoas se locomovendo ainda seja elevado.

Durante o percurso, o trajeto em análise percorreu os seguintes climas urbanos que serão descritos a seguir:

IB4 – Unidade Climática Urbana Central – Marginais- Industrial - Santo Amaro: é uma área fortemente aquecida pela radiação solar, com temperaturas oscilando de 30 a 32°C às 10 horas da manhã no mês de setembro de 1999 e abril de 2000. Apresenta também, um padrão de urbanização menos intenso do que a região central da cidade, sendo também um padrão menos verticalizado e mais fragmentado.

IIE3 – Unidade Climática Urbana Periférica – Extremo Sul - Residencial baixo – Socorro/Cidade Dutra: apresenta um padrão variado de ocupação, em que alguns trechos próximos as represas Billings e Guarapiranga apresentam um uso da terra de nível médio e maior presença de verde.

IIE5 - Unidade Climática Urbana Periférica – Extremo Sul – Residencial Baixo/Favelas – Grajaú: em determinados lugares, apresenta uma concentração de baixa renda e alta densidade populacional com alto risco relacionados a impactos pluviais.

IIIB –Unidade Climatológica do Urbano Fragmentado - Rural (não urbano): os totais pluviais são elevados e isso requer uma infraestrutura urbana que seja adequada para escoar a água e assim, reduzir os riscos de desmoronamentos, enchentes e deslizamentos.

IIIA - Unidade Climatológica do Urbano Fragmentado – Residencial Baixo: assim como a unidade IIIB, mostra uma transição do urbano para o rural, onde a maior preocupação é a expansão da mancha urbana. Em setembro de 1999 apresentou temperaturas variando de 25 a 29°C e em abril de 2000 entre 23 e 28°C.

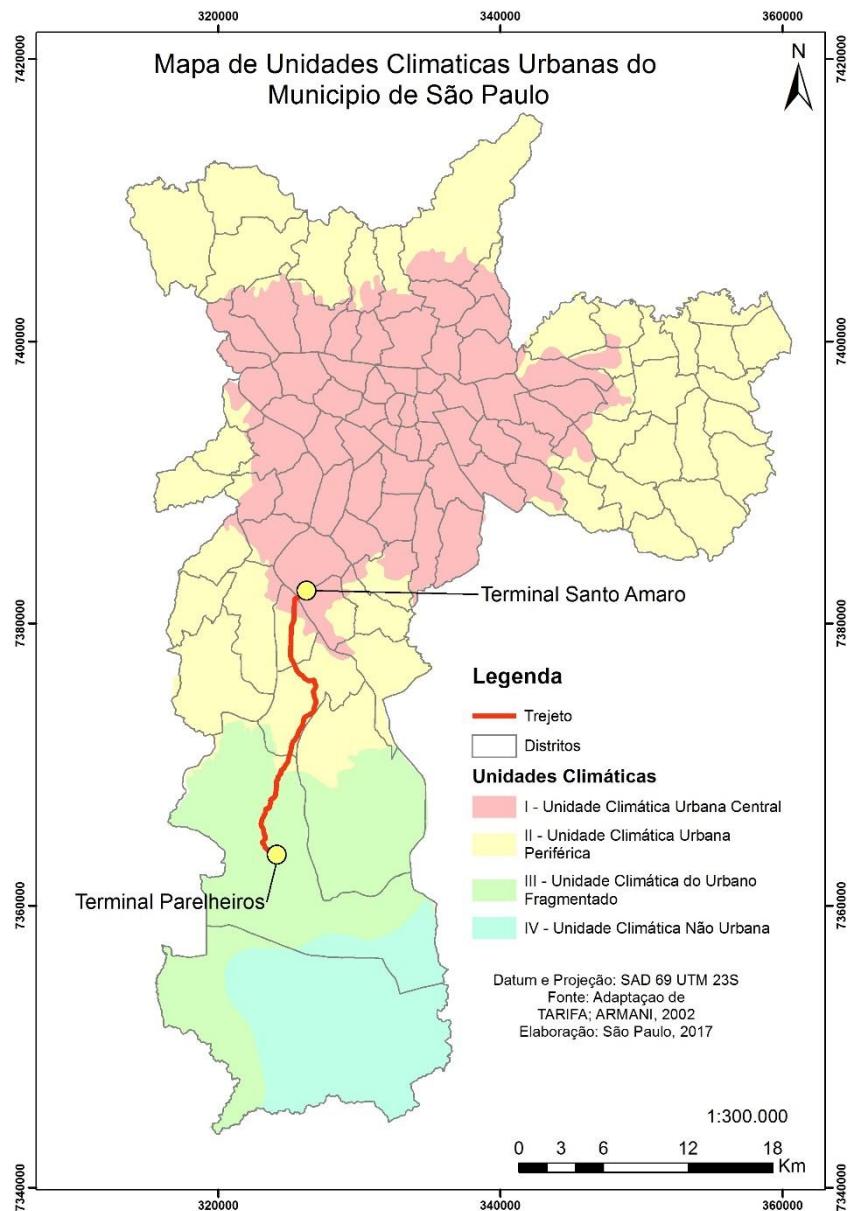


Figura 4 - Mapa das Unidades Climáticas Urbanas do município de São Paulo de acordo com a classificação de Tarifa e Armani (2002).

4.3 Conforto Humano

Conforto humano pode ser definido como:

“a sensação de bem estar experimentada por uma pessoa, como resultado da combinação satisfatória, nesse ambiente, da temperatura radiante média (trm), umidade relativa (UR), temperatura ambiente (ta) e a velocidade relativa do ar (vr) com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas.” (GOBO, 2013).

Podemos dizer assim que o conforto humano pode variar muito de uma pessoa para outra, já que cada ser humano possui uma maneira particular de

reagir ao clima. Esta ainda depende, como visto na definição, da vestimenta, já que as roupas funcionam como uma “resistência térmica entre o indivíduo e o ambiente” (RIBEIRO, 2008, p.26). Outro fator que deve ser levado em consideração é o tipo e a intensidade das atividades desenvolvidas pela pessoa. A temperatura dos elementos que compõe o ambiente também faz diferença, pois determina o sentido do fluxo de calor entre o indivíduo e as superfícies (RIBEIRO, 2008).

As perdas de calor ainda podem ocorrer por convecção e evaporação graças a fatores como velocidade do ar, umidade, temperatura e radiação. O grau de conforto humano pode ser determinado também pela idade, sexo e grau de aclimatação (RIBEIRO, 2008).

Quando os fatores acima estão em equilíbrio com o indivíduo, podemos dizer que este se encontra na chamada “zona de conforto térmico”. Nesta faixa o “esforço termorregulatório do homem é mínimo e o desempenho em qualquer atividade é otimizado” (RIBEIRO, 2008, p.26).

São quatro os fatores climáticos que influenciam no conforto térmico: temperatura do ar, umidade relativa do ar, a velocidade do vento e as fontes de calor radiante (FROTA; SCHIFFER, 2001). Porém, como este trabalho trata de ambiente fechado, abordaremos como condicionantes climáticas, a temperatura do ar e umidade relativa. Ainda serão considerados fatores que interferem no conforto climático, no uso do solo durante o trajeto e a lotação do ônibus.

A temperatura é geralmente a condicionante mais relacionada ao conforto térmico. Nosso corpo pode ser comparado a uma máquina produtora de calor que para alcançar sua homeotermia, libera calor até que sua temperatura interna seja de 37°C. Quando as trocas de calor entre o corpo e o meio acontecem sem esforço, podemos dizer que o indivíduo se encontra em estado de conforto humano (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Porém, se as condições ambientais causam frio, quer dizer que o corpo está perdendo mais calor do que o necessário para a manutenção do conforto. Já no caso de sensação de calor, o corpo está recebendo mais calor do que o necessário e, para ambos os casos, é necessário um esforço adicional que

pode comprometer o rendimento no trabalho e, em alguns casos extremos, ocasionar perda total da capacidade de trabalho ou problemas de saúde (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Sobre a umidade relativa podemos dizer que ela desempenha a função de “transferir calor entre o indivíduo e o meio através da evapotranspiração, cujos processos fisiológicos para manter o equilíbrio térmico se dão através do suor da pele e da respiração” (DE SOUSA; NERY, 2013, p.72). Trazendo esse fato para o conforto térmico, elevados valores de umidade relativa fazem com que a transpiração diminua, sendo que esta é uma forma do corpo equilibrar seu conforto.

O corpo pode trocar calor com ambiente por meio de quatro processos: radiação, condução, convecção e evaporação. Há estimativas que indicam que 2/5 do calor pedido pelo corpo é por radiação, 2/5 por convecção e 1/5 por evaporação (OLGYAY, 1963).

De acordo com Olgay (1963), a zona de conforto climático pode alcançar temperaturas de até 82°F, ou 27,7°C em seu limite superior e com 68°F ou 20°C de limite inferior. O autor diz ainda que a zona de conforto não apresenta limites estritamente definidos e é baseado em pressupostos arbitrários. Porém os critérios adotados em seu estudo partem da condição em que o indivíduo não senta desconforto.

Na tentativa de amenizar o desconforto humano em ônibus, está sendo comum a implantação de sistemas de condicionamento de ar. Estes possuem como função “gerar conforto em um ambientes, de forma a deixar as pessoas em condições ideais no trabalho, por meio de um processo de tratamento e controle de ar” (LUIZETTO, 2014, p.19).

Mesmo o condicionamento artificial sendo de grande importância, temos de considerar que quando utilizado em grande escala e sem o devido planejamento, pode se mostrar inadequado e prejudicial à saúde humana. O processo de transferência de radiação de calor dos objetos mais quentes para os ocupantes do ônibus não para. Além disso, aparelhos de ar condicionado aumentam significativamente o consumo de energia (RIBEIRO, 2008).

Ainda assim, como podemos observar na Figura 5, o condicionamento artificial se apresenta como solução para situações em que as condições exteriores, os elementos de condicionamento natural ou condições naturais interiores causam desconforto.

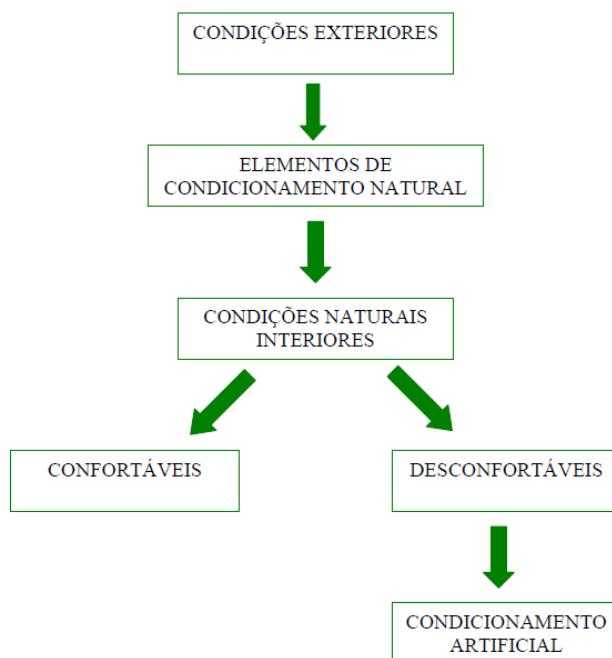


Figura 5 - Esquema de conforto humano.

Fonte: adaptado de Puppo e Puppo (1972, apud RIBEIRO, 2008)

5. MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nessa pesquisa foi proposta uma análise da realidade empírica a partir de uma perspectiva comparativa dos dados de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente interno do ônibus. Para isso, foram comparadas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar em dois tipos de ônibus diferentes: climatizados e não climatizados, para assim obtermos um panorama do conforto humano nesses ambientes.

Para a realização do método comparativo, foi necessária a medição das variáveis de maneira simultânea, viabilizando assim uma comparação entre três temperaturas e umidade relativas: a do ônibus climatizado (OC), a do ônibus não climatizado (ONC) e a externa obtida pela Estação Meteorológica mais próxima (no caso a da Capela do Socorro). Para a obtenção simultânea dos dados foi preciso encontrar no Terminal Santo Amaro (nossa ponto de partida)

uma sequência em que saíssem um ônibus com sistema de condicionamento de ar e outro sem, seguidos um do outro, com o menor intervalo de tempo possível.

A linha de ônibus escolhida foi a 6000-10 que vai do Terminal Santo Amaro até o Terminal Parelheiros. Durante o percurso o veículo de transporte passa por diferentes tipos de uso do solo atravessando bairros como Santo Amaro, Jurubatuba, Cidade Dutra e Parelheiros. O trajeto mencionado passa por regiões totalmente urbanizadas, como Santo Amaro que possui áreas residenciais e comerciais, com poucos resquícios de vegetação, mas também passa por regiões cercadas por vegetação remanescente de Mata Atlântica, principalmente nos entornos da Represa Guarapiranga.

A estação meteorológica automática (EMA) escolhida para trabalhar os dados pertence ao Centro de Monitoramento de Emergências (CGE), cuja função é fazer o acompanhamento das condições climáticas locais, a partir das medições da temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, pluviosidade, entre outros. A EMA de Capela do socorro está localizada no extremo sul do município de São Paulo, próximo ao Terminal Parelheiros como mostra a Figura 6.

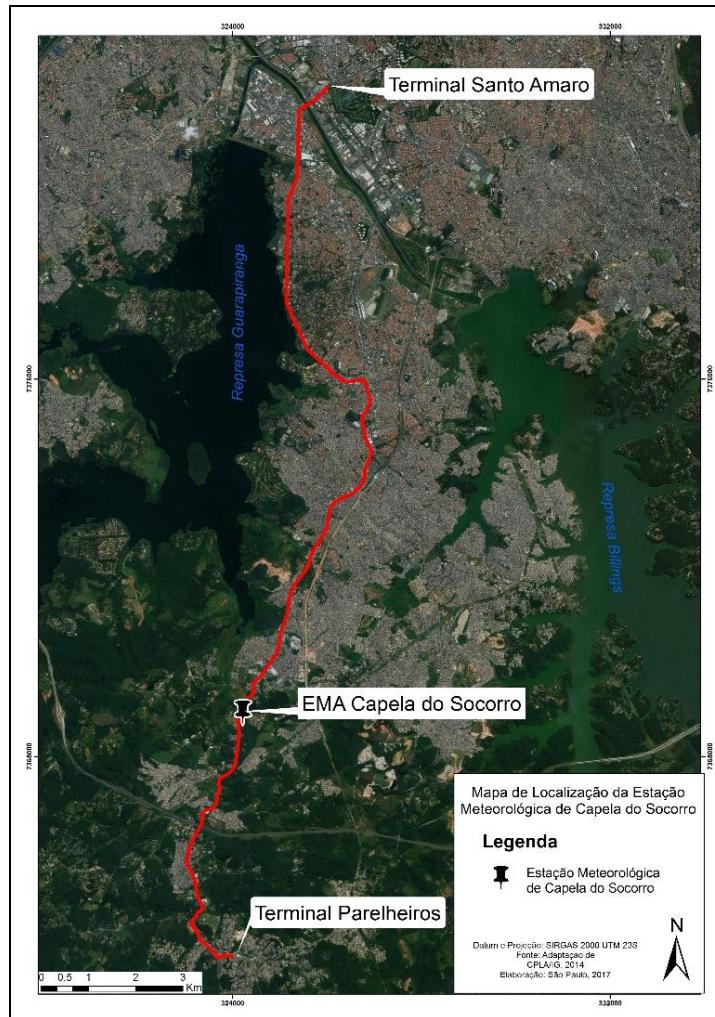


Figura 6 - Mapa de Localização da Estação Meteorológica de Capela do Socorro do CGE.
Latitude: 23°46'52.16"S Longitude: 46°43'30.69"W.

Fonte: Elaboração própria.

As medições realizadas pela EMA são de 10 em 10 minutos, enquanto que os dados obtidos pelo *Datalogger* são de 5 em 5 minutos. Para efeito comparativo, os dados da EMA foram transformados em dados de 5 minutos através da média aritmética dos dois valores mais próximos, como mostra a Figura 7.

| Horário | Tar EMA |
|----------|---------|
| 16:05:05 | 13,5 |
| 16:10:05 | 13,1 |
| 16:15:05 | 12,7 |

13,5+12,7/2=13,1

Figura 7- Exemplificação do procedimento adotado para ajuste dos dados da Estação Meteorológica.

Fonte: elaboração própria.

O trabalho de campo é parte fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pois este “visa à complementação e reconhecimento prático dos conceitos” (GALVANI *et al.*, 2008, p.152), além de ser o meio através do qual foram obtidos os dados apresentados neste estudo. Assim, foi possível de se realizar a análise descritiva dos dados e a comparação entre a situação da temperatura e umidade relativa no ônibus com ar condicionado e no ônibus sem. Sabendo que a pesquisa proposta trata do microclima de um ambiente interno, se faz necessário compreender as variações dos atributos climáticos neste recinto, no qual a velocidade e direção do vento não farão parte.

O trabalho de campo foi realizado nos dias 15, 22 e 29 de agosto de 2016 para a obtenção das medidas de temperatura, em graus Celsius, da temperatura do ponto de orvalho e da umidade relativa do ar. O ônibus em que foram feitos os trabalhos de campo foram do modelo Millennium BRT Articulado fabricado pela Caio Induscar.

O sensor utilizado nas medições foi o Datalogger Digital modelo HT 500. Este aparelho foi programado para medir a temperatura do ar, o ponto de orvalho e a umidade relativa em intervalos de 5 minutos. Há alguns segundos de intervalo entre os Dataloggers, mesmo eles tendo sido acionados exatamente na mesma hora. Isso se deve a distorção do próprio aparelho. As medições de temperatura feitas pelo Datalogger podem conter um erro de até 1°C para mais ou para menos em relação à temperatura do ar e 3% em relação à umidade relativa.

Foi estabelecido como padrão fixar o *Datalogger* no ambiente interno do transporte escolhido, mais especificamente, na parte traseira do assento localizado após a articulação do ônibus.

O método aplicado é de fundamental importância, pois forneceu as condições e ferramentas para a realização desse estudo. Para que pudesse ocorrer uma comparação entre os dados coletados nos diferentes ônibus, fez-se o máximo para que as medições fossem simultâneas. Isso representou uma dificuldade, pois os ônibus da linha escolhida possuem em geral 15 minutos de intervalo.



Figura 8 - Ônibus da linha 6000-10 não climatizado.

Autor: Caroline Freire dos Santos -15 de agosto de 2016 às 17h20min.

Para a análise dos dados obtidos, foram utilizados o Índice de Desconforto Humano (IDH) e o Índice de Temperatura Efetiva (TE). O IDH, leva em consideração as variáveis temperatura do ar (Ta) em graus Celsius e temperatura do ponto de orvalho (Td), ambos sendo disponibilizados pelo Datalogger. Eles estão relacionados na seguinte equação:

$$\text{IDH} = (0,99\text{Ta}) + (0,36\text{Td}) + 41,5$$

O número que resulta do cálculo deve ser enquadrado em um dos intervalos da Tabela 1, obtendo-se assim o efeito de conforto térmico.

Tabela 1- Intervalos e respectivos efeitos na aplicação do Índice de Desconforto Humano

| <i>Índice de Desconforto Humano</i> | |
|--|--------------------------------|
| Intervalo do IDH | Efeito |
| IDH>80 | Estresse devido ao calor |
| 75>IDH>80 | Desconfortável devido ao calor |
| 60>IDH>75 | Confortável |
| 55>IDH>60 | Desconfortável devido ao frio |
| IDH<55 | Estresse devido ao frio |

Fonte: Elaboração própria adaptado de SANTOS e MELO, 2007.

É valido ressaltar que o índice foi adaptado de Thom, optando por utilizar a temperatura do ponto de orvalho ao invés da temperatura de bulbo úmido (ONO; KAWAMURA, 1991). Sendo inicialmente aplicado em um estudo no clima de monções na Ásia, os autores justificam o seu uso pelo fato de que, no clima de monções, há uma grande dificuldade em obter temperaturas de bulbo úmido, sendo que as temperaturas do ponto de orvalho eram muito mais facilmente adquiridas (ONO; KAWAMURA, 1991). No Brasil, esse índice foi utilizado em estudos sobre a cidade de Olinda, na Região Metropolitana de Recife (VITAL et al, 2012).

Já o Índice de Temperatura Efetiva, leva em conta as variáveis, temperatura do ar (T) em graus Celsius e umidade relativa (UR) relacionados na equação abaixo:

$$TE = T - 0,4[(1-UR/100)](T-10)$$

Esse índice foi criado por Houghten e Yaglou (1923) e adaptado por Missenard (1937) e é muito utilizado por arquitetos e urbanistas em projetos de planejamento urbano (GOBO, 2013).

O resultado obtido na equação deve ser classificado de acordo com as temperaturas da Tabela 2:

Tabela 2- Intervalos e respectivos efeitos de sensação térmica na aplicação do Índice de Temperatura Efetiva.

| <i>Índice de Temperatura Efetiva</i> | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| TE | Sensação Térmica Humana |
| > 30°C | Calor extremo |
| 24°C - 30°C | Calor moderado |
| 18°C - 24°C | Agradável -levemente quente |
| 12°C - 18°C | Agradável -levemente fresco |
| 0°C - 12°C | Fresco |
| -12°C - 0°C | Frio |
| < -12 | Frio extremo |

Fonte: Elaboração própria adaptado de HENTSCHEL apud GOUVÊA, 2006

Esses índices foram utilizados nesta pesquisa por relacionarem as variáveis – temperaturas do ar, umidade relativa e temperatura do ponto de orvalho – disponibilizadas pelo aparelho usado na medição (*Datalogger Digital*)



Figura 9 - Datalogger digital modelo HT500.

Autor: Caroline Freire dos Santos – 15 de agosto de 2016 às 18h00min.

Os trabalhos de campo foram realizados da seguinte maneira: um pesquisador entrava em um ônibus climatizado e o outro pesquisador em um ônibus não climatizado que estivessem em sequência. Isso foi feito para que o intervalo entre as medições fosse o menor possível e então, obtivéssemos o maior número de medições simultâneas possíveis. Mesmo assim, foram desconsideradas as medições feitas durante o intervalo de tempo em que o primeiro pesquisador já estava dentro do ônibus, mas o segundo ainda aguardava no ambiente externo.

Com aproximadamente 2h30min de duração do trajeto e medições a cada 5 minutos, estimávamos obter 30 medições para cada trabalho de campo. Podemos acrescentar ainda que os trabalhos de campo foram realizados na parte da tarde, entre as 16 e 19 horas. Ou seja, foram realizados em horário de pico, em que os ônibus já saem cheios ou lotados do Terminal Santo Amaro e permanecem assim até se aproximarem do final da linha.

Os instrumentos de medição tiveram de ser retirados na chegada do Terminal Parelheiros e depois fixados novamente por regras e instruções dos agentes fiscalizadores da linha. Durante esse período, os *Dataloggers* foram colocados em caixas de plástico.

A partir dos dados gerados no trabalho de campo, foram elaborados mapas que relacionam o uso do solo com o conforto humano de acordo com o IDH, para cada ônibus em todos os dias de trabalho de campo. Nesse mapa foi utilizado um *shapefile* cuja base de dados é a Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente do Governo de São Paulo (CPLA). As Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo (UHCT), caracterizadas no *shapefile* utilizado, foram formadas a partir da hierarquização das menores unidades geográficas que formam a combinação de diferentes elementos da paisagem (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Essas classes urbanas foram definidas a partir da análise e interpretação visual de imagens de alta resolução espacial. Foram utilizadas imagens do satélite SPOT, *Rapideye* e as ortofotos da EMPLASA. Dividiu-se em oito classes de ocupação, sendo que as utilizadas serão:

“Residencial/comercial/serviços: incluem áreas de uso residencial, de comércio e de serviços, de ocupação contínua ou descontínua em relação à mancha principal. Esta classe foi setorizada e caracterizada quanto à forma ou padrão específico da ocupação; (...)

Grandes equipamentos: incluem áreas ocupadas com edificações de grande porte associadas às indústrias, galpões isolados de comércio e serviços, e equipamentos urbanos como cemitérios, estações de tratamento de água e de esgoto, entre outros;

Espaço verde urbano: inclui áreas ocupadas com parques, praças e demais áreas verdes públicas;

Área desocupada: inclui áreas terraplenadas situadas dentro da mancha urbana principal, caracterizadas pela ausência de edificações e destinadas à futura ocupação urbana; (...)

Água: corpos d’água, rios, lagos, lagoas, represas, entre outros, inseridos dentro da Área Urbana.” (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2014)

Os gráficos síntese foram organizados de modo que possa permitir a análise integrada de cada trabalho de campo realizado, para cada ônibus. Neles foram relacionados: a temperatura do ar no ônibus, a temperatura do ar

na estação meteorológica, a umidade relativa no ônibus, a umidade relativa da estação meteorológica, o ponto de orvalho (PO), o uso do solo no decorrer do percurso e a lotação do ônibus.

A lotação do ônibus foi caracterizada por anotações feitas durante o trabalho de campo e, posteriormente foi classificada a partir da percepção de cada pesquisador em três classes, de acordo com a Figura 10.

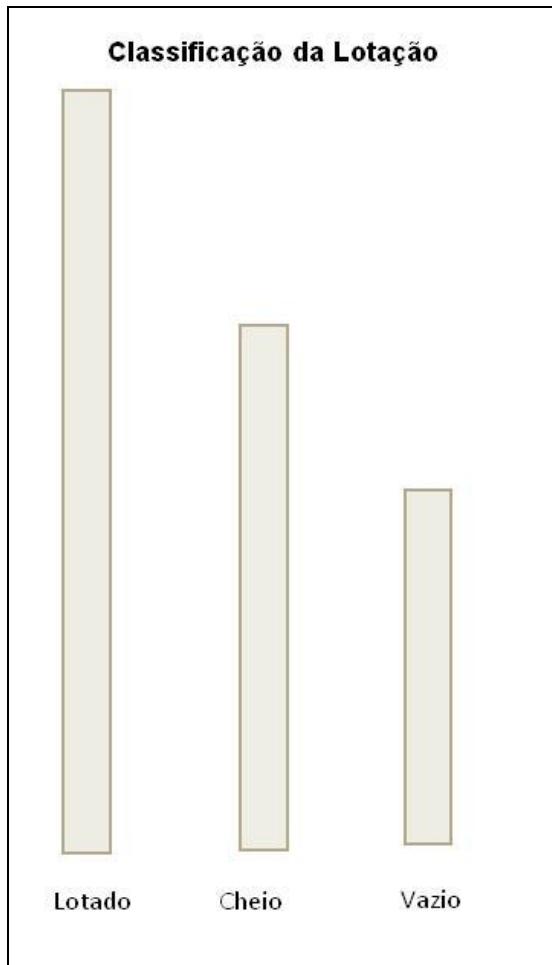


Figura 10 - Classificação da lotação nos veículos durante o trabalho de campo.

Fonte: Elaboração própria.

A mesma classificação de lotação foi utilizada nos gráficos de TE, porém, cada ônibus recebeu uma cor diferente, de acordo com a Figura 11.

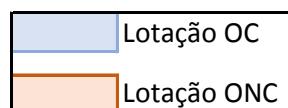


Figura 11 - Diferenciação entre a classificação de OC e ONC.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa pesquisa foi adotado o conceito de conforto humano por este tratar não somente da temperatura do ar, mas também, analisar outros atributos climáticos que interferem na qualidade ambiental do ser humano, como a umidade relativa. Consideramos assim que para esse caso de estudo, o conceito de conforto humano ser o mais apropriado.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados agora os principais resultados obtidos durante os trabalhos de campo realizados nos dias 15, 22 e 29 de agosto de 2016 e, então, poderemos comparar a teoria vista na revisão bibliográfica com a realidade empírica observada.

Nos gráficos apresentados nos resultados, as barras representam a condição de lotação do ônibus e não seguem nenhum dos eixos escalares.

6.1 Trajeto do dia 15 de agosto de 2016

As medições tiveram início às 16h55min saindo do Terminal Santo Amaro e finalizaram às 19h30min, quando ambos os ônibus estavam no Terminal Santo Amaro novamente.

6.1.1 Conforto Humano

Ao fazer uma análise dos dados, observamos na Figura 12 que nas primeiras medições o índice de temperatura efetiva (TE) do OC estava mais alto ($22,6^{\circ}\text{C}$) do que o índice do ONC ($21,6^{\circ}\text{C}$), porém ambos se encontravam na faixa de conforto “Agradável, levemente quente”. No decorrer do percurso, o ONC atingiu um índice de $24,3^{\circ}\text{C}$ às 18h25min. Nesse mesmo horário, o OC estava com um TE de $21,8^{\circ}$. É interessante notar ainda que é no período das 18h00min até as 18h30min quando o índice de conforto humano aumenta consideravelmente no ONC, começando com $21,8^{\circ}\text{C}$, e chegando a $22,9^{\circ}\text{C}$ às 18h30min, sendo que nos horários da 18h15min e 18h25min, o conforto humano passa a ser classificado como “Calor moderado”.

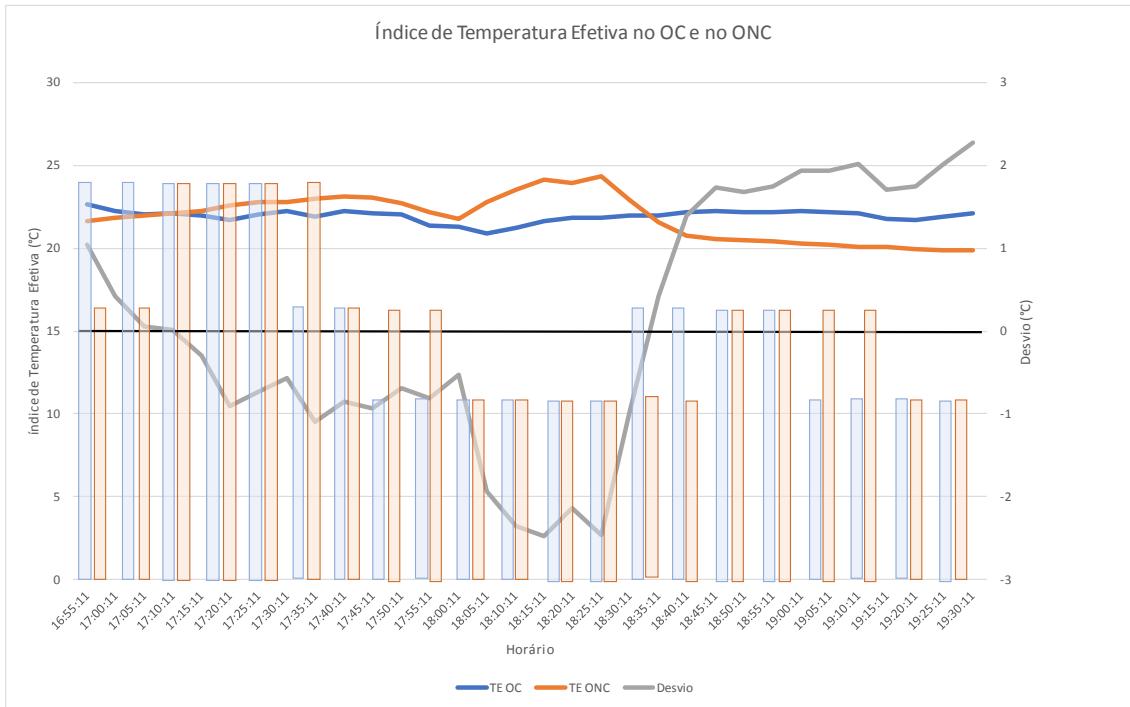


Figura 12 - Gráfico do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e lotação no ônibus para o dia 15 de agosto de 2016.

Ao compararmos os resultados obtidos com o TE com os do IDH percebemos que 100% do trajeto foi classificado como “Confortável” pelo Índice de Desconforto Humano nos dois ônibus. No entanto, o Índice de Temperatura Efetiva variou de “Agradável- levemente quente” (93,8% das medições) a “Calor moderado” (6,2% das medições).

O desvio retratado na Figura 12 representa o TE do ONC subtraído o TE do OC (TE sem ar – TE com ar). Sendo assim, no período em que ele é positivo, quer dizer que índice de Temperatura Efetiva do ONC é maior do que o TE do OC, sendo que quando ele está negativo então, quem é maior é o índice do OC.

Fazendo uma aplicação para trajeto estudado, observamos que das 17h10min até as 18h35min, o desvio apresenta-se positivo, ou seja, nesse período, o índice de Temperatura Efetiva estava maior no ONC. Já no começo das medições (16h55min até as 17h10min) e no final delas (18h35min até as 19h30min) o desvio se apresentou negativo, nos fazendo concluir que, embora ambos os ônibus estivessem dentro da faixa de conforto “Agradável – levemente quente”, nesses períodos, o OC apresentava um índice de TE superior ao do ONC.

Quando analisamos o TE conjuntamente com a lotação percebemos que nesse campo, a lotação interfere no conforto humano do ONC principalmente no trecho de ida (Terminal Santo Amaro – Terminal Parelheiros) até as 18h00min.

6.1.2 Temperatura

Em relação à temperatura, pode-se dizer que no OC variou de 22,8°C (mínima) às 18h10min, até 24,6° (máxima) às 16h55min, na primeira medição. Essa mínima do trajeto está relacionada ao fato dos medidores terem sido retirados do ônibus na chegada do Terminal Parelheiros e, depois de 10 minutos, serem acoplados ao banco do ônibus novamente.

A temperatura do ONC apresentou uma amplitude térmica de 5,5°C sendo que a mínima durante o trajeto foi de 21,4°C, às 19h30min, e alcançou 26,9°C, às 18h25min. A temperatura mínima está relacionada com a insolação que sofre um declínio com o anoitecer, fazendo com que as temperaturas diminuam.

Fazendo uma comparação das temperaturas analisadas anteriormente com as temperaturas medidas pela estação meteorológica automática do CGE, localizada na Capela do Socorro, podemos observar que a temperatura máxima dessa estação durante o percurso foi de 18,4°C às 18h25min enquanto que a mínima ocorreu às 17h35min com 15,7°C. Essas temperaturas, diferentemente do esperado, apresentaram a temperatura máxima em um horário com menor incidência de radiação do que o horário de temperatura mínima. Geralmente, em casos de chuva, como a que foi relatada nesse dia de trabalho de campo, em ONC, as pessoas costumam fechar as janelas e possivelmente, esse fato afete a temperatura do ar que acabou aumentando em 2,3°C.

6.1.3 Umidade Relativa

A umidade relativa variou de 53% a 69% no OC, sendo que a mínima ocorreu às 17h20min e a máxima do trajeto foi às 18h10min. Já no ONC as umidades foram de 56,1% até 75,5%. Ambos os casos podem ser relacionados à lotação dos ônibus e suas respectivas mudanças de temperatura. Em comparação, na EMA Capela do Socorro, localizada em ambiente externo, local onde não há

lotação nem a variação do uso do solo como um fator de controle, a umidade relativa foi aumentando gradualmente com o decorrer do tempo, sendo estas bem mais elevadas que as do ambiente interno dos ônibus, chegando até a 85,4%.

É importante ressaltar ainda que houve um registro de chuva moderada que somou 0,2 mm de acordo com os registros da estação meteorológica automática de Capela do Socorro. Esse evento pode ter sido o responsável pelo aumento da umidade relativa que ocorreu as 17h35min nos dois ônibus.

6.1.4 Uso do Solo

O uso do solo durante o percurso foi relacionado com o conforto humano no OC na Figura 13. Podemos observar que nesse caso, o conforto humano não variou durante o trajeto, podendo sempre ser classificado como “Confortável” em todos os tipos de uso do solo.

Na Figura 14 fez-se a combinação do IDH com o uso do solo no trajeto do ONC. Neste dia de trabalho de campo, o resultado de conforto humano foi exatamente o mesmo do que o ônibus climatizado, ou seja, 100% do trajeto pode ser considerado “Confortável”.

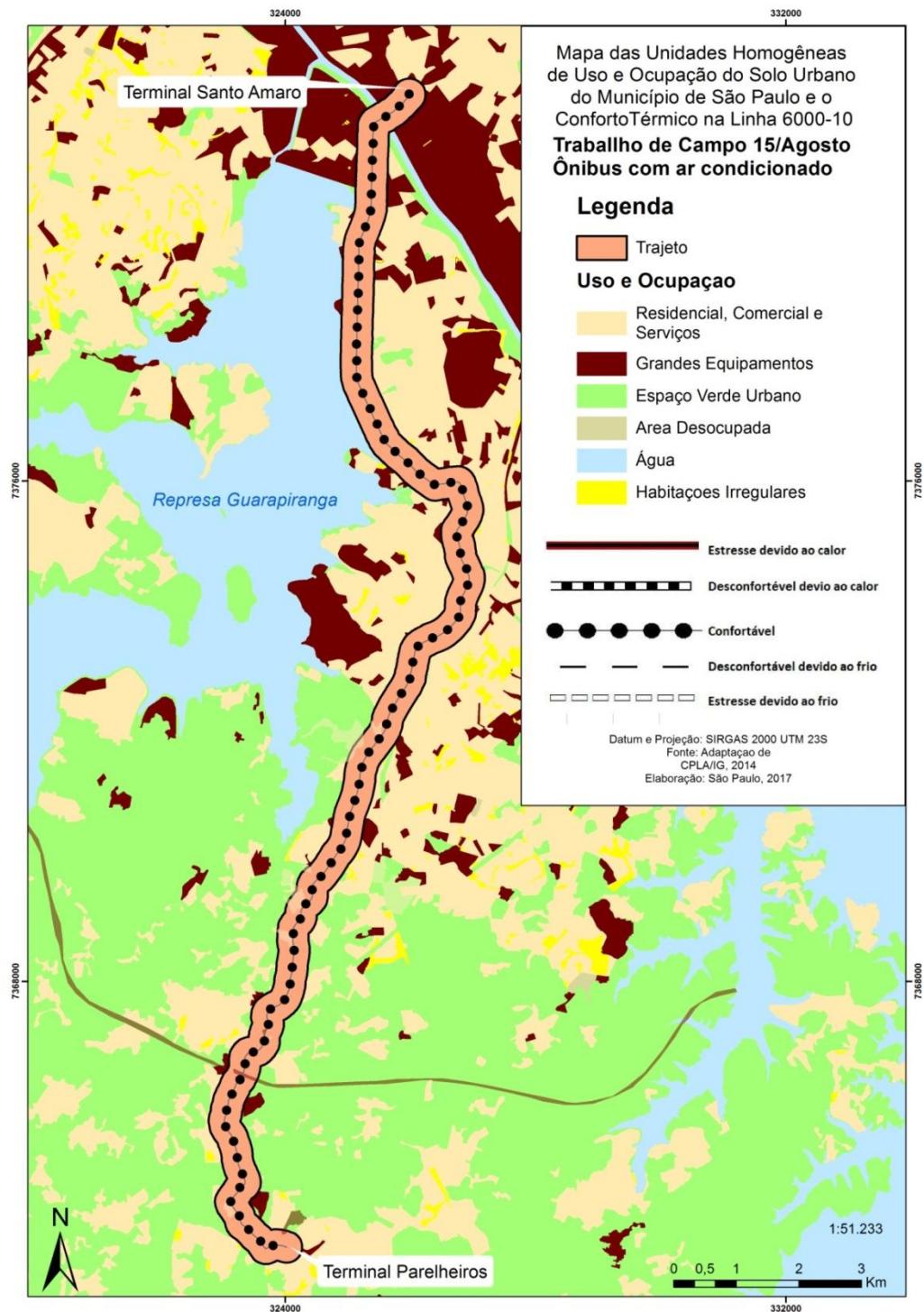


Figura 13 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 15 de agosto de 2016 dentro do OC.

Início do trajeto: 16h55min – Término: 19h30min.

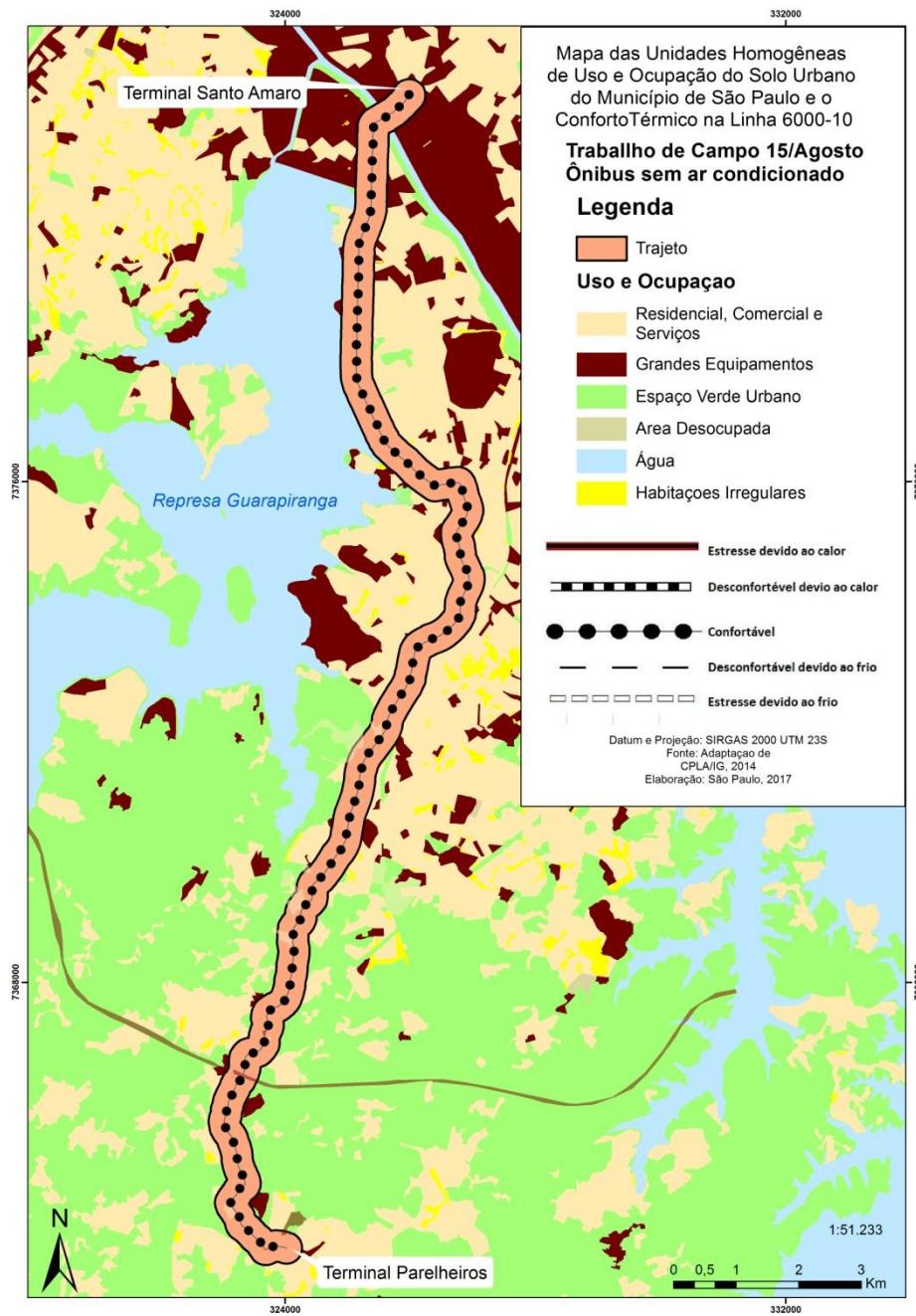


Figura 14 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 15 de agosto de 2016 dentro do ONC.

Início do trajeto: 16h55min – Término: 19h30min.

6.1.5 Análise Integrada

No gráfico síntese do OC, observamos que a lotação pode ter grande influência na temperatura e umidade relativa do ônibus. No horário das 17h30min quando a lotação começa diminuir, a temperatura e a umidade relativa também diminuem. Contudo, é preciso ressaltar que esse foi o horário

em que se iniciou uma chuva moderada que passou a ficar mais intensa a partir das 17h40min.

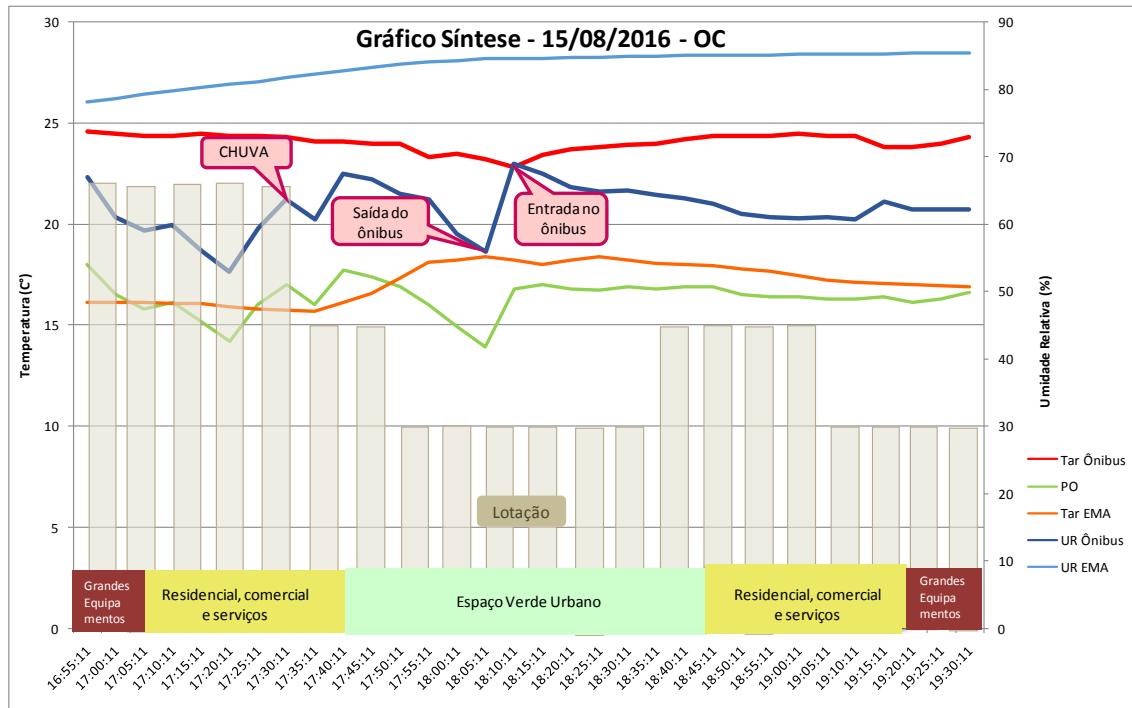


Figura 15 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no OC.

Os balões de “saída do ônibus” e “entrada no ônibus” indicam os momentos em que foram retirados os equipamentos de medição do ônibus e a hora em que eles foram fixados novamente no assento. Um detalhe que deve ser notado é que o sistema de condicionamento de ar do ônibus demora alguns minutos para alcançar seu total nível de atividade.

É bem evidente no gráfico ainda que o ponto de orvalho tem relação direta com a umidade relativa, acompanhando seus aumentos e suas quedas. O ponto de orvalho representa a temperatura até a qual o ar retém vapor de água. Ou seja, às 16h55min, em que o ponto de orvalho estava em 15,4°C, se a temperatura do ar tivesse alcançado esse número, o vapor de se água passaria a se condensar no interior do ônibus. Contudo, durante todo o percurso, a temperatura do ar no ônibus se manteve acima do ponto de orvalho, comprovando assim que não havia condensação do vapor de água no ambiente interno do OC.

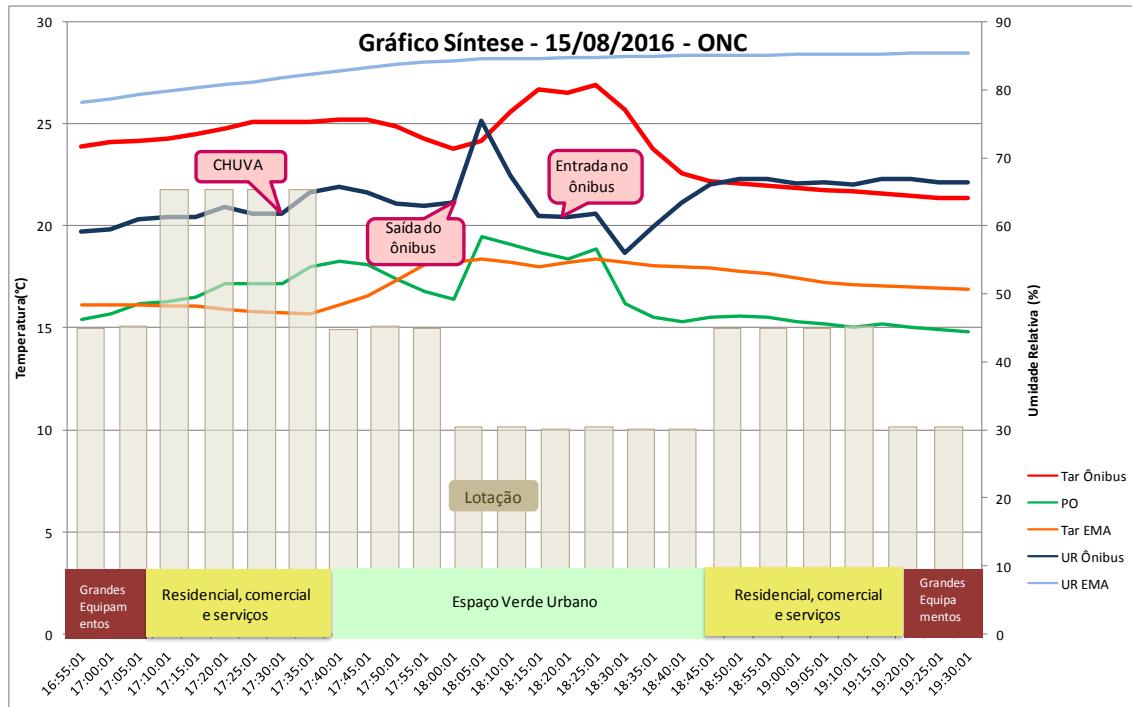


Figura 16 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ONC.

Para o ONC, na Figura 16 observamos que o comportamento da temperatura no ônibus é crescente, acompanhando o aumento do número de passageiros dentro do ônibus até as 17h35min. Depois desse horário, ela passa a decrescer juntamente com a lotação, até que às 17h55min a lotação não parece ser mais um dos principais fatores influenciadores da temperatura nem da umidade relativa, já que mesmo a lotação sendo classificada como “vazio”, a temperatura apresenta o aumento considerado anteriormente.

No caso desse aumento de temperatura, ela também não pode ser explicada pelo uso do solo, pois ocorreu enquanto as medições estavam sendo feitas no espaço verde urbano, local onde, seguindo as tendências esperadas, a temperatura deveria diminuir.

6.1.6 Análise sinótica

A análise sinótica do dia 15 de agosto diz que atuava na maior parte do país uma massa de ar seco. Porém, como podemos observar na carta, um sistema frontal que caminhava em direção a região sul e sudeste, desviou para o oceano Atlântico. Assim, podemos dizer que neste dia, não havia nenhum

sistema sobre no estado de São Paulo (INPE, 2017). É muito provável que a chuva observada durante o trabalho de campo é advinda da umidade do oceano que chega na metrópole de São Paulo através da brisa marítima. Esse acontecimento pode ser visto com regularidade nessa região da cidade, pois como visto anteriormente é uma área classificada como Clima Tropical Oceânico Super-úmido da Fachada Oriental do Planalto Atlântico e, portanto, apresenta como característica, a forte influência oceânica (TARIFA; ARMANI, 2001)

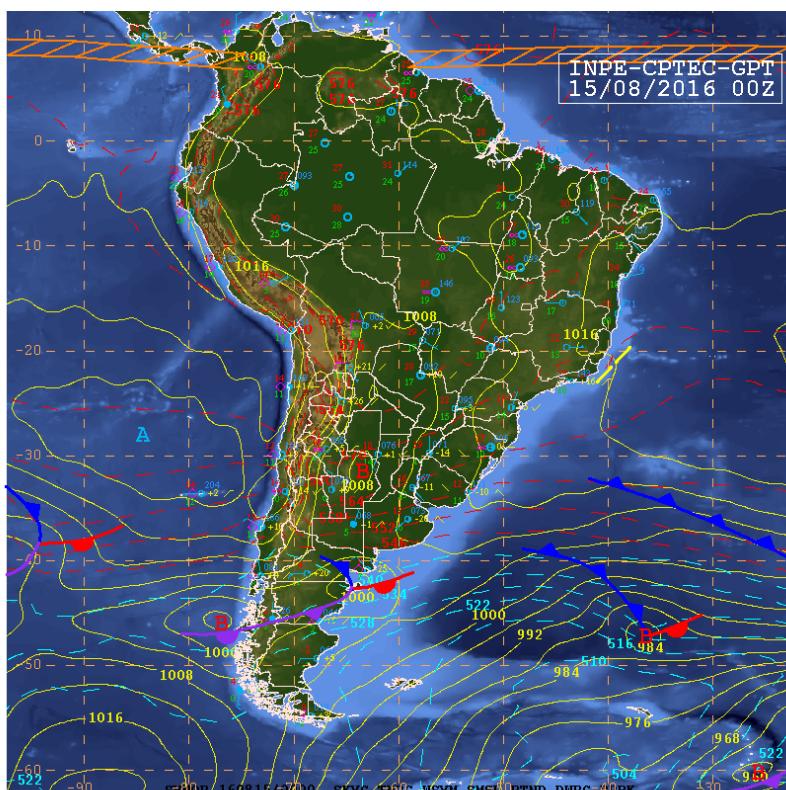


Figura 17 - Carta sinótica do dia 15 de agosto de 2016.

6.2 Trajeto do dia 22 de agosto de 2016

No segundo dia de trabalho de campo as medições simultâneas tiveram início às 16h05min saindo do Terminal Santo Amaro e finalizaram às 18h30min, quando ambos os ônibus estavam no Terminal Santo Amaro novamente.

6.2.1 Conforto Humano

Verificamos nos dados de conforto humano obtidos no segundo campo que durante todo o percurso, o índice de temperatura efetiva do ONC é superior ao do OC. Na primeira medição realizada (16h05min), o TE do ONC

estava 4,3°C acima da TE do OC. Além disso, ainda nesse período inicial, enquanto o OC podia ser classificado como “Agradável – levemente fresco”, o ONC era classificado como “Agradável – levemente quente”.

O momento de máxima amplitude coincide com o horário em que foi retirado do ônibus o Datalogger e o TE do OC despencou em 2,7°C em apenas 10 minutos (das 17h05min às 17h15min). Como também podemos verificar na Figura 18, se analisarmos a totalidade do percurso, podemos dizer que o TE do ONC sofre diversos aumentos e reduções, porém o saldo total é negativo em 1,8°C, sendo este número obtido através da subtração TE inicial – TE final. O valor máximo do índice de Temperatura Efetiva para o ONC foi de 21,8°C.

Já no OC, o índice de conforto permanece estável com uma variação de 1,8°C, tendo uma queda brusca às 17h15min (momento em que o Datalogger foi retirado do ônibus) e posteriormente, retornando a baixa amplitude de 1,2°C. O valor máximo de TE para o OC foi de 19,2°C.

Se compararmos os resultados obtidos a partir do índice de Temperatura Efetiva com o índice de Desconforto Humano percebemos que no TE, 13,3% das medições foram classificadas na faixa de conforto “Agradável – levemente fresco” e 86,7% estavam na faixa do “Agradável – levemente quente”. Já no IDH, 100% das medições foram classificadas como “Agradável”.

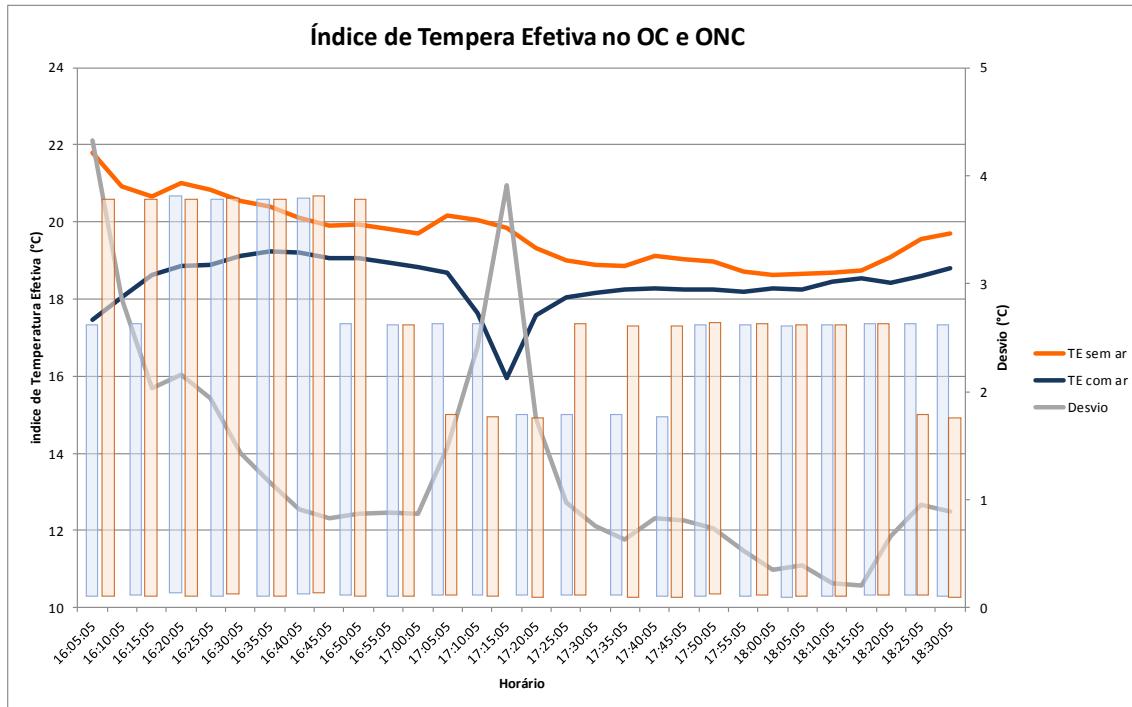


Figura 18 - Gráfico do Índice de Temperatura Efetiva (TE) e da lotação nos ônibus para o dia 22 de agosto de 2016.

O desvio, representado na cor cinza na Figura 18, ficou durante todo o percurso positivo, representando assim que em todo o momento, no ONC havia uma sensação térmica mais quente do que no OC. O momento de menor desvio foi às 18h15min, em que o TE do OC era de 18,5°C e o do ONC era de 18,7°C. A lotação teve sua interferência no conforto humano nesse dia de campo principalmente no ONC e apenas no trajeto de ida

6.2.2 Temperatura

Partindo para a análise da temperatura, verificamos que no ONC houve uma máxima do trajeto de 24,2°C às 16h05min (primeira medição). Essa máxima pode estar relacionada com o fato de que o ônibus estava lotado e ainda não havia começado a se movimentar. A temperatura mínima ocorreu das 18h00min até as 18h10min, sendo de 20,2°C. Sendo assim, o trajeto do dia 22 de agosto para ONC apresentou uma amplitude térmica de 4°C.

Se compararmos as temperaturas dos ônibus com a temperatura da estação meteorológica automática, observamos que as temperaturas da EMA se apresentaram menores durante todo o percurso. A média das temperaturas foi de 12,5°C, enquanto a máxima alcançou os 13,5°C às 16h05min e a mínima foi de 11,7°C às 18h30min (última medição considerada). Essas temperaturas

seguiram o comportamento esperado, pois acompanharam o padrão de resfriamento natural da atmosfera.

6.2.3 Umidade Relativa

Durante o trajeto, a umidade relativa do ONC variou de 54% às 17h05min, até 65% às 17h40min. Já no OC, a umidade relativa máxima foi de 72% às 16h05min e a mínima foi de 60% às 17h10min. É interessante notar que ambas as umidades relativas mínimas aconteceram por volta das 17h05min – 17h10min, momentos em que os pesquisadores, juntamente com os medidores, se encontravam fora do ônibus.

Ao compararmos as umidades relativas do ambiente interno dos ônibus com as obtidas na EMA, observamos que essas últimas estavam sempre muito próximas dos 100%. Nesse caso de umidade relativa elevada, podemos dizer, de acordo com Sousa e Nery (2013), que as pessoas que estavam localizadas próximas a EMA, estavam com a transpiração diminuída como forma de equilibrar o conforto térmico.

No início do trajeto, às 16h05min, foi quando ocorreu a máxima de 96,7% e, na última medição, foi quando ocorreu a mínima, com 94,9%. Observamos então que durante o percurso, houve uma leve diminuição da umidade relativa. É digno de nota ainda que foi registrado nas anotações dos pesquisadores uma garoa às 16h30min no entanto, essa garoa não foi registrada pela EMA.

6.2.4 Uso do solo

As Figuras 19 e 20 relacionam o Índice de Desconforto Humano com o uso do solo para o trajeto feito no dia 22 de agosto de 2016. Na Figura 19 verificamos que durante 100% do percurso o ônibus climatizado estava classificado como “Confortável”. Na Figura 20 podemos ver que o mesmo ocorre com o ônibus não climatizado. Aparentemente, neste dia de trabalho de campo, não foi possível verificar uma relação direta entre o tipo de uso do solo e o conforto humano nos ônibus.

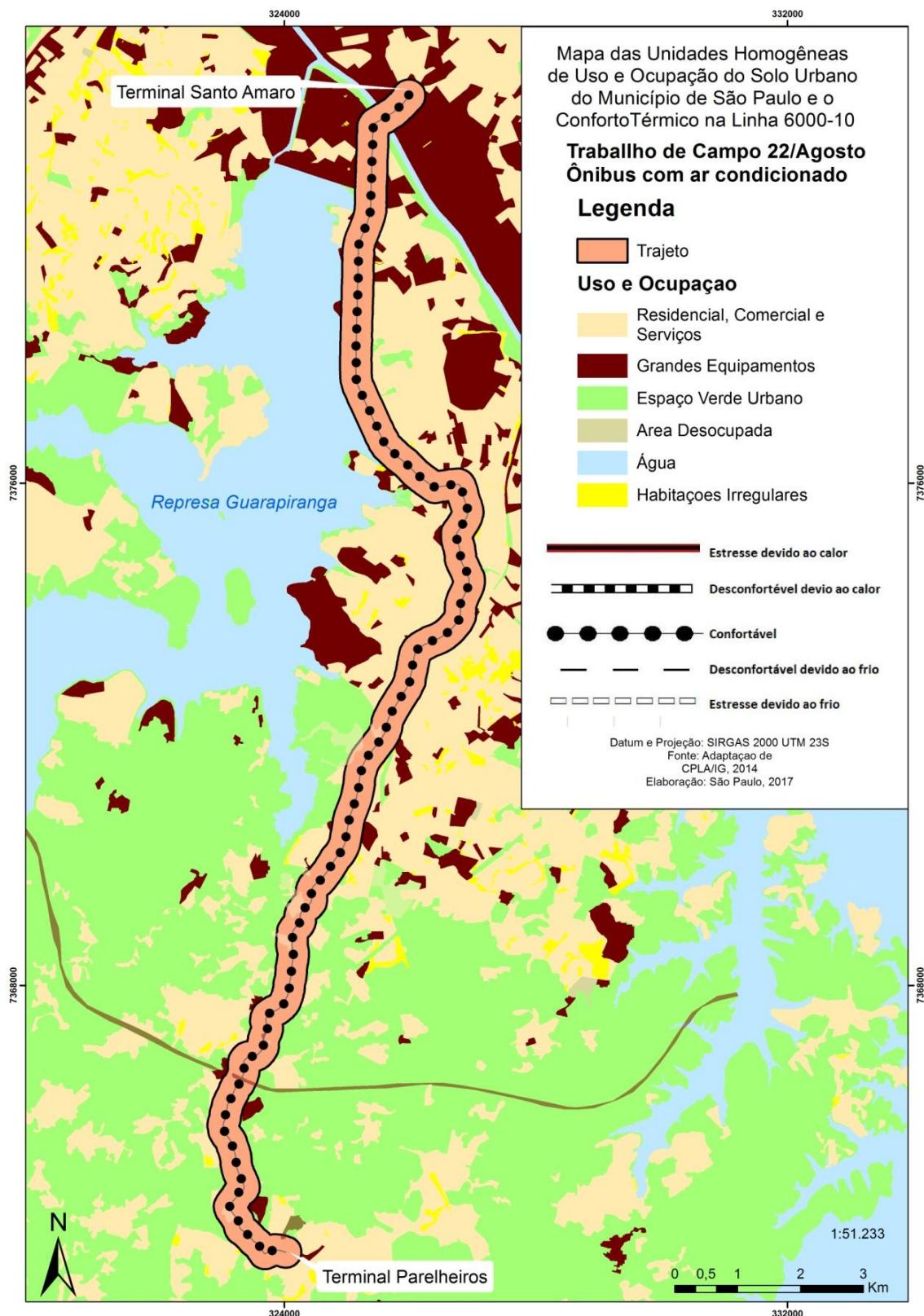


Figura 19 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 22 de agosto de 2016 dentro do OC.

Início do trajeto 16h05min – Término: 18h30min.

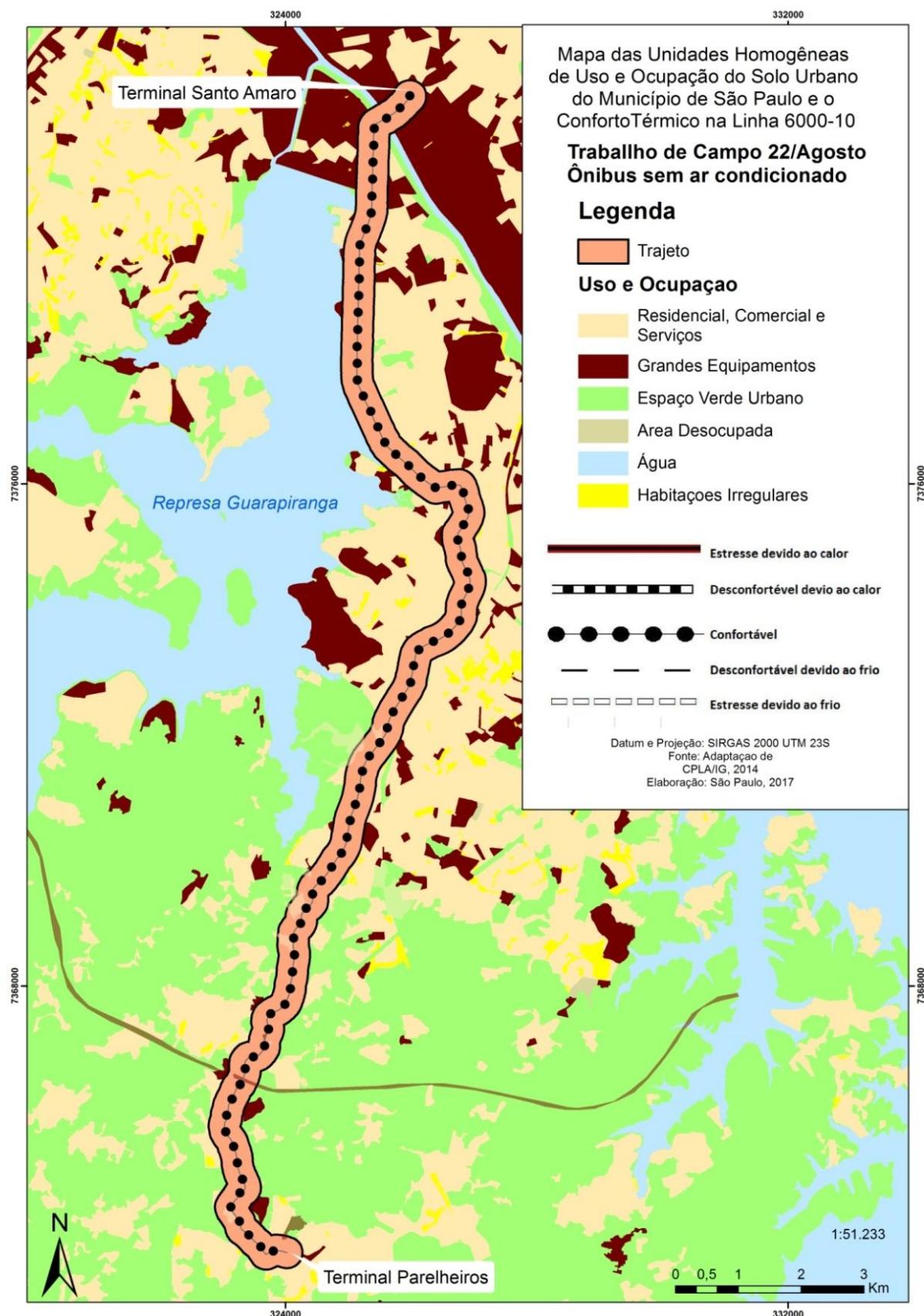


Figura 20 - Mapa do conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 22 de agosto de 2016 dentro do ONC.

Início do trajeto 16h05min – Término: 18h30min.

6.2.5 Análise integrada

A lotação é um dos fatores que podem influenciar diretamente tanto a temperatura como a umidade relativa em ambientes fechados (como é o caso do ônibus). No gráfico síntese do OC verificamos que no período das 16h05min até as 17h10min a temperatura sobe juntamente com a lotação do ônibus, depois se mantém estável, na faixa dos 20°C, das 16h15min até as 17h00min.

Das 17h00min até as 17h20min, há uma queda brusca da temperatura e uma elevação da umidade relativa. Essas alterações coincidem, novamente, com o momento de retirada do *Datalogger* do interior do ônibus. A partir das 17h25min a temperatura seguiu aumentando progressivamente até alcançar 20,1°C na última medição.

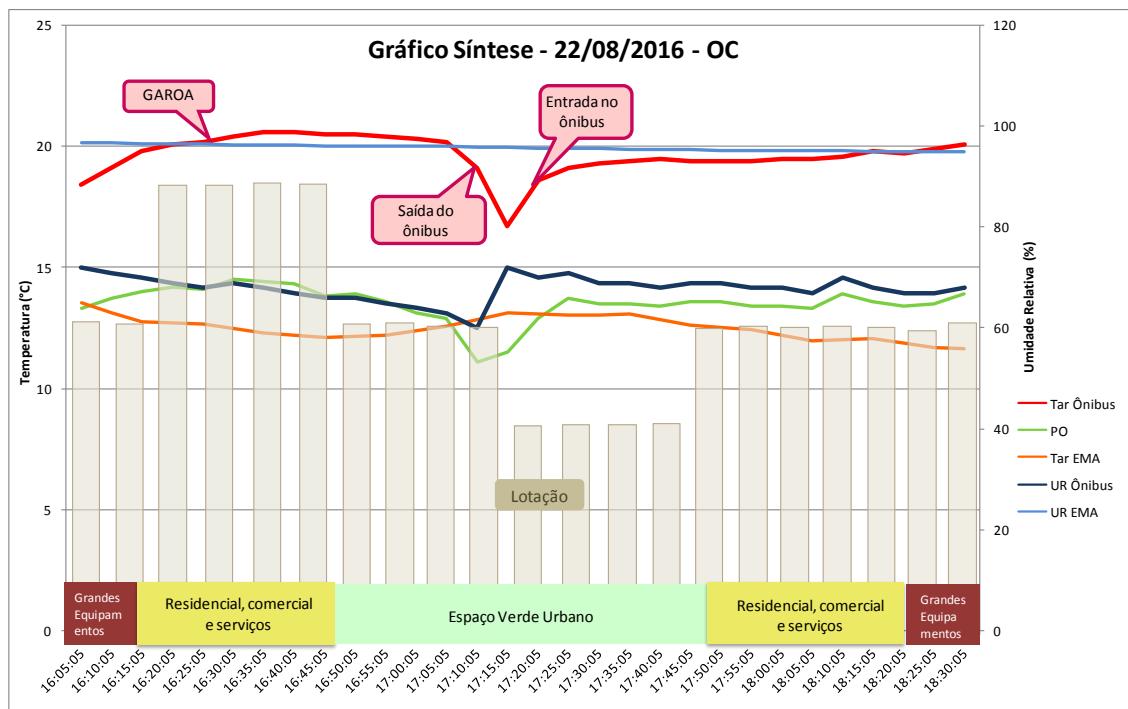


Figura 21 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ônibus com ar condicionado.

O ponto de orvalho, assim como no trabalho de campo do dia 15, ficou durante 100% do trajeto abaixo da temperatura do ar no interior dos ônibus, provando novamente, que não ocorria o processo de condensação nesse ambiente.

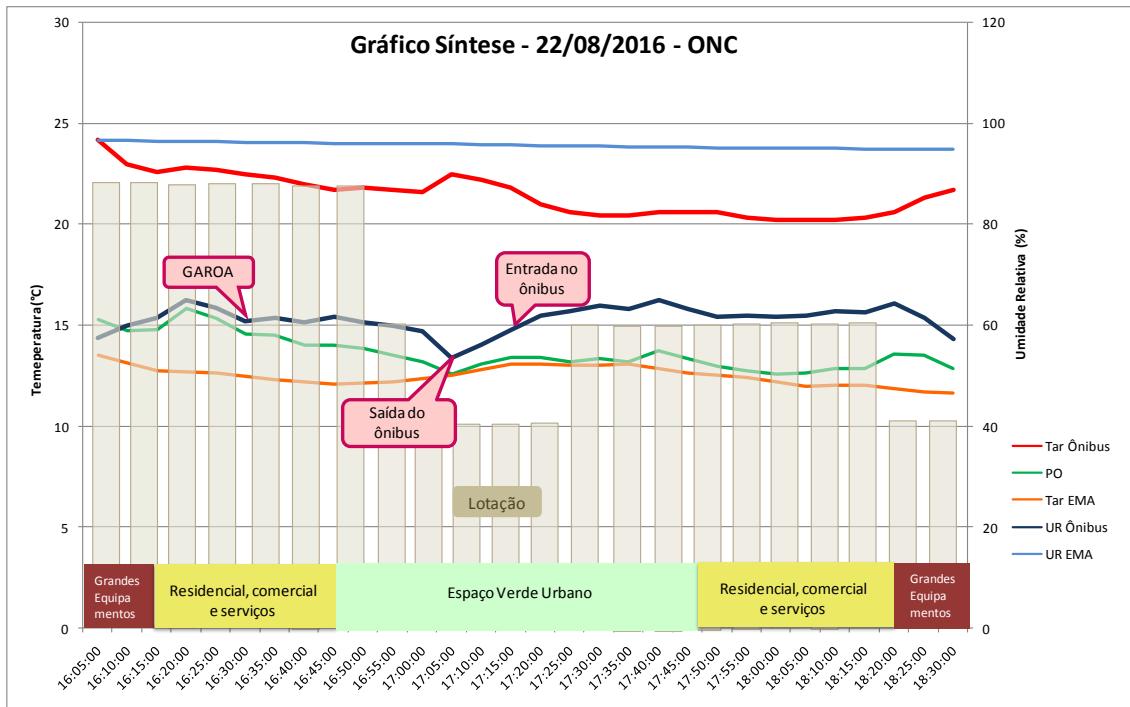


Figura 22 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ônibus com ar condicionado.

No ONC observamos um comportamento da temperatura decrescente até as 17h00min. Das 17h00min até as 17h05min a temperatura aumentou 0,9°C e, posteriormente, foi diminuindo até alcançar a mínima de 20,2°C. É interessante notarmos que a temperatura da EMA também passa a aumentar a partir das 16h55min, com 12,2°C, até as 17h15min, com 13,1°C, ou seja, em um período de 20 minutos ela também aumentou 0,9°C.

A lotação do ônibus teve influência sobre a umidade relativa e, isso fica claro principalmente no período final do percurso, entre as 18h20min e às 18h30min em que a lotação do ônibus passou a ser classificada de “cheio” para “vazio”, e a umidade passou de 67% para 54%. Analisando também o padrão de lotação nesse dia de trabalho de campo, notamos que ele começou saindo do terminal Santo Amaro lotado e permaneceu assim durante 30% do percurso, sendo que todas as classificações de “lotado” ocorreram no trajeto de ida (Terminal Santo Amaro –Terminal Parelheiros). Além disso, podemos acrescentar que durante 46,7% do trajeto o ônibus permaneceu “cheio” e 23,3% “vazio”.

A respeito do uso do solo, podemos verificar como esse fator pode interferir na temperatura principalmente nas primeiras e últimas medições. Das

16h05min até as 16h15min o uso do solo é classificado como “Grandes equipamentos”, ou seja, é uma área que tende a concentrar uma maior quantidade de calor. E observamos que realmente, a temperatura apresentou uma tendência decrescente ao deixar essa área, e uma tendência crescente ou retornar a ela.

6.2.6 Análise Sinótica

No dia 22 de agosto de 2016, observamos na carta sinótica que predominava uma frente fria que se estendia pelo Brasil e abrangia as regiões norte, centro-oeste e sudeste. Porém, no estado de São Paulo atuava uma alta pressão pós-frontal que se estendia ainda até o norte da Argentina e Paraguai, parte da região norte, centro-oeste, sudeste e sul.

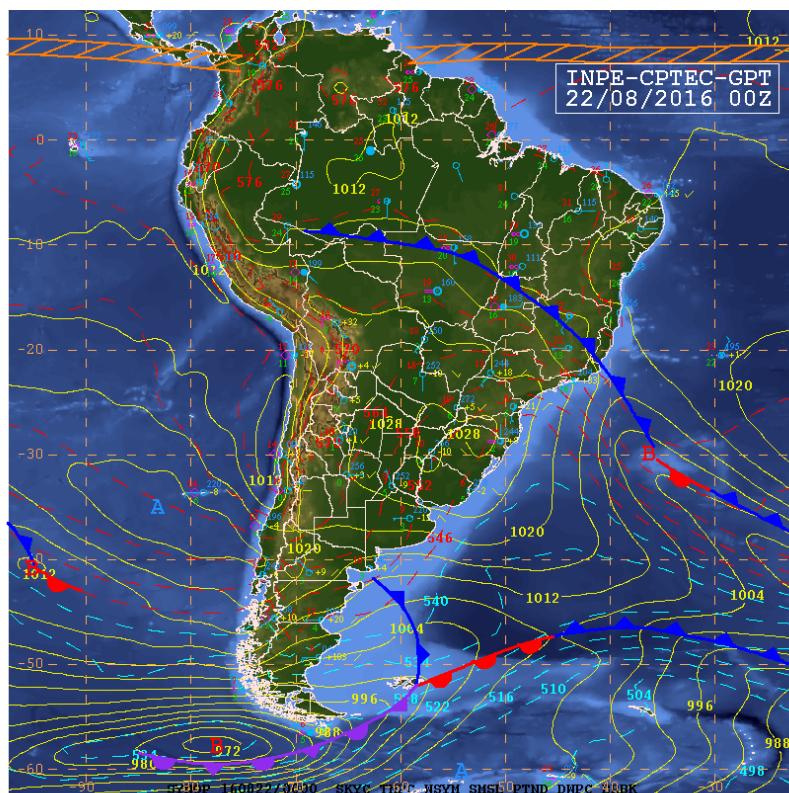


Figura 23 - Carta sinótica do dia 22 de agosto de 2016.

6.3 Trajeto do dia 29 de agosto de 2016

No terceiro dia de trabalho de campo as medições simultâneas tiveram início às 15 horas e 45 minutos saindo do Terminal Santo Amaro e finalizaram às 18 horas e 15 minutos, quando ambos os ônibus estavam no Terminal Santo Amaro novamente.

6.3.1 Conforto Humano

Nesse último dia de trabalho de campo, foi verificado que em condições de aquecimento atmosférico, há maior diferença entre o conforto humano dos ônibus OC e ONC. Na Figura 24 observamos que durante todo o percurso, o TE do ONC fica acima do TE do OC. Essa diferença alcança seu valor máximo às 16h55min em que o OC estava com um índice de 22,8°C e o ONC estava com 26,8°C, ou seja, com uma diferença de 4°C.

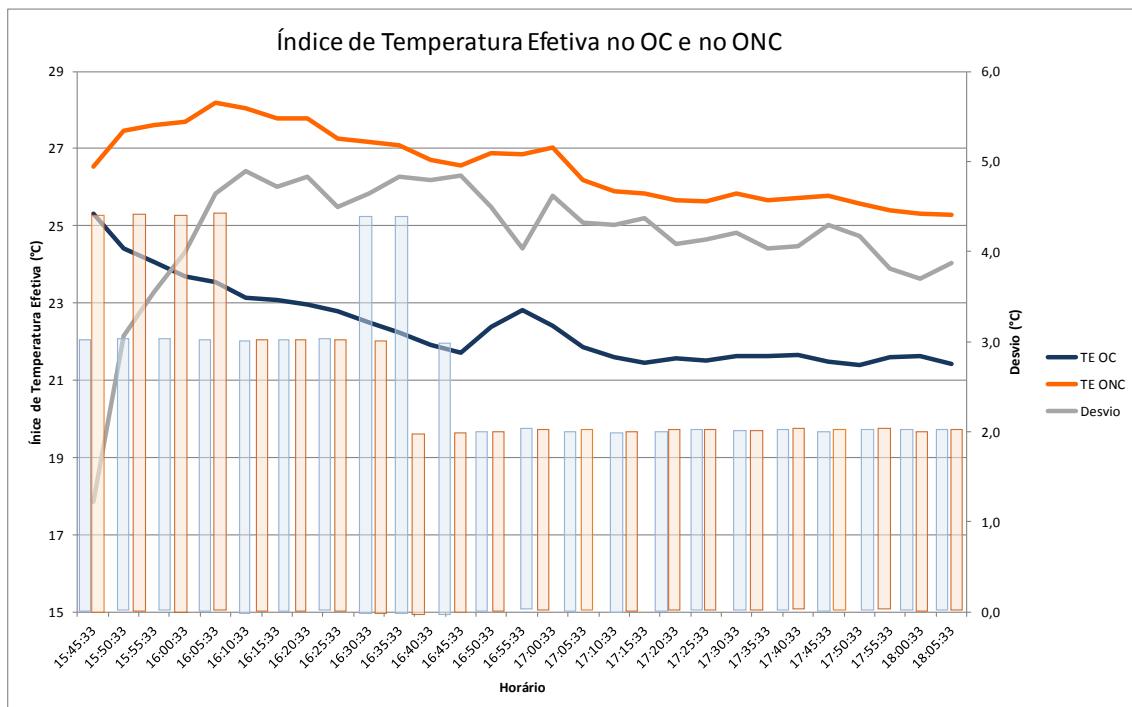


Figura 24 - Gráfico do Índice de Temperatura Eficaz (TE) e da lotação nos ônibus para o dia 29 de agosto de 2016.

As duas primeiras medições realizadas no OC foram classificadas pelo índice de Temperatura Eficaz como “Calor moderado”, enquanto que resto do trajeto ficou dentro da faixa de “Agradável – levemente quente”. Provavelmente, isso se deve ao tempo que o sistema de condicionamento de ar leva até alcançar seu nível máximo de funcionamento. Já no ONC, 100% do percurso pode ser classificado pelo mesmo índice como “Calor moderado”, uma vez que este apresentou uma variação de 25,3°C até 28,2°C.

Ao compararmos os dois índices estudados nesse trabalho observamos que no OC, os resultados são bastante similares. Assim, como no TE, o IDH apresentou as duas primeiras medições classificadas com menos conforto,

“Desconfortável devido ao calor”, enquanto que o resto do percurso ficou na faixa do “Confortável”.

No ONC, há diferenças de classificação entre os índices. O TE classificou o trajeto todo como “Calor moderado”, porém, o IDH classificou 24,1% das medições (período das 15h40min até as 16h15min) como “Estresse devido ao calor” e os outros 75,9% como “Desconfortável devido ao calor”.

É importante notarmos ainda que o desvio variou de 1,2°C a 4,9°C, ou seja, permaneceu sempre positivo comprovando novamente que o ONC apresentou durante todo o trajeto, índices de conforto humano maiores do que o OC. Nesse último dia de trabalho de campo, aparentemente há uma relação entre o conforto humano e a lotação dos ônibus no ONC, apenas no trajeto de ida.

6.3.2 Temperatura

A temperatura no OC variou de 23,7°C, às 18h05min, até 29,7°C, às 15h45min, apresentando assim uma amplitude térmica de 6°C durante o percurso. Já o ONC, variou de 29,8°C, às 17h50min, até 34,2°C, às 15h50min, com uma amplitude térmica de 4,4°C. A diferença entre a máxima temperatura do ONC e a máxima do OC foi de 4,5°C.

Quando comparamos a temperatura do OC com a da EMA, percebemos que durante todo o percurso a temperatura da EMA se manteve acima da temperatura do OC. Já se comparamos as temperaturas da EMA com as do ONC, verificamos que em alguns momentos a temperatura do ar no ônibus ultrapassa a temperatura da EMA. Durante 34,5% do percurso a temperatura do ONC é maior do que a da temperatura do ar na EMA. A temperatura da EMA se manteve sempre acima dos 30°C, sendo que durante o trabalho de campo a temperatura máxima foi de 33°C, às 17h05min, e a mínima de 31,4°C, no período das 15h45min até as 15h55min e às 18h05min. É interessante notar que até às 17h00min a temperatura é crescente, e depois desse horário, passa a ser decrescente.

6.3.3 Umidade Relativa

Comparado com os outros campos, este último apresentou umidades relativas bem mais modestas. No OC ela variou de 44,5%, às 15h45min

(primeira medição), até 62,4% no período das 17h30min até as 17h35min. Já o ONC apresentou umidades relativas ainda mais baixas, quase alcançando o estado de atenção (de 21 a 30%), situação em que é recomendado evitar exercícios físicos ao ar livre, umidificar o ambiente e sempre que possível permanecer em locais protegidos do sol (CGE,2017). Ela variou de 32,8% no período inicial do percurso (15h45min até as 15h55min) até 46,2%, às 16h40min. Devemos notar que ambas as umidades relativas mínimas ocorreram durante as primeiras medições.

Enquanto isso, a umidade relativa externa medida pela EMA, apresentou uma tendência primeiramente decrescente e posteriormente crescente. Na hora em que saímos do Terminal Santo Amaro, às 15h45min, ela media uma umidade relativa de 40% e, então ela diminuiu até que às 16h40min alcançou a medida mínima de 35,2%. A partir das 16h40min, a umidade relativa passa a aumentar até atingir a medida máxima de 43,7% às 18h05min (última medição).

Quando comparamos a umidade relativa da EMA com a dos ônibus, verificamos que esta apresentou-se acima da umidade relativa do OC durante 100% do trajeto. Já quando comparada ao ONC, observamos que em apenas 17,2% das medições a umidade relativa da EMA supera os valores de umidade relativa obtidos no ônibus.

6.3.4 Uso do solo

No último trabalho de campo foi quando pudemos observar as maiores discrepâncias de conforto humano entre os ônibus. Como podemos verificar na Figura 25, o início do trajeto do OC foi classificado pelo IDH como “Desconfortável devido ao calor” e é o momento em que o ônibus passa pelo uso de “Grandes equipamentos”, local onde, graças à concentração urbana e densidade de construções, tende a acumular mais calor, pois, de acordo com uma pesquisa feita na Universidade Federal do Mato Grosso, foi verificado que uma superfície revestida por concreto e asfalto propicia menor conforto humano do que superfícies que são revestidas com vegetação (NINCE et al, 2014).

Já na Figura 26 observamos que o uso de solo não é o principal fator influenciador do conforto humano dentro do ONC no período em que ele passa nos arredores da Represa Guarapiranga, pois neste momento o IDH é classificado como “Estresse devido ao calor”, ocasionado principalmente pelas altas temperaturas.

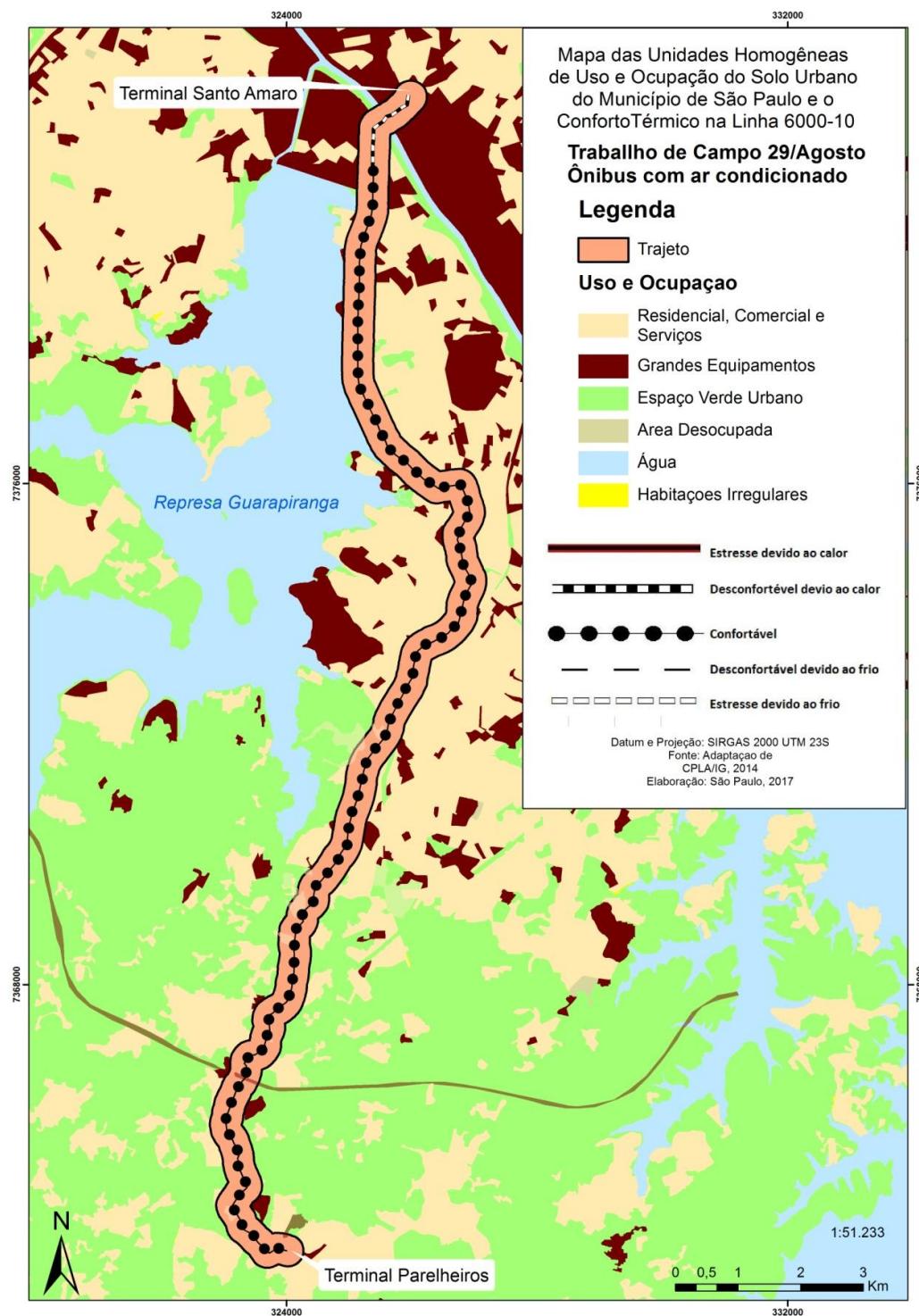


Figura 25 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 29 de agosto de 2016 dentro do OC.

Início do trajeto: 15h45min – Término: 18h15min.

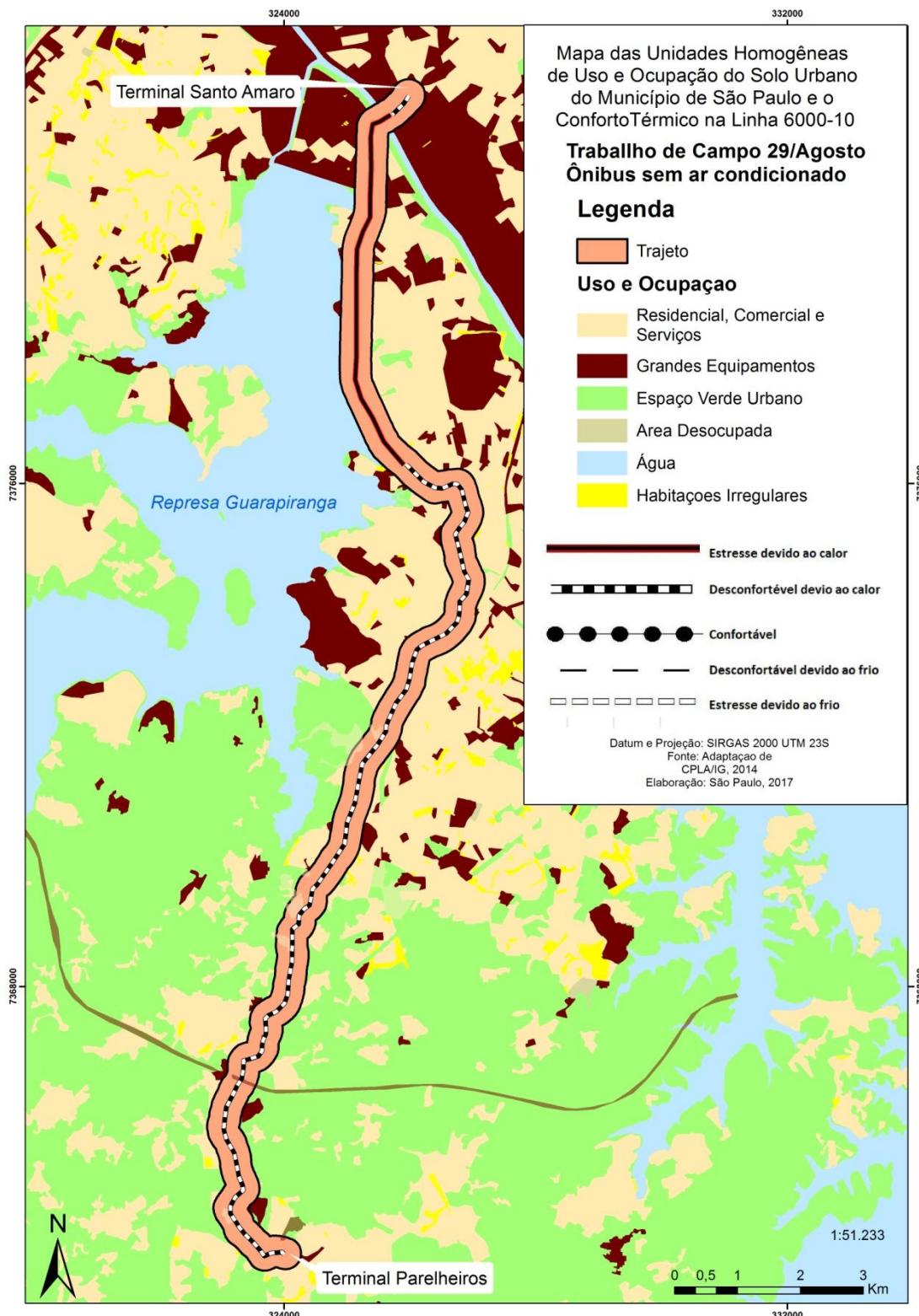


Figura 26 - Mapa de conforto humano no decorrer do trajeto da linha 6000-10 no dia 29 de agosto de 2016 dentro do ONC.

Início do trajeto: 15h45min – Término: 18h15min

6.3.5 Análise integrada

Na tentativa de fazer uma análise levando em conta todos os parâmetros medidos nesse trabalho, percebemos que esse último dia de trabalho de campo apresentou os índices mais altos de conforto térmico, com temperaturas elevadas e umidades relativas baixas. Quando analisamos a lotação, verificamos que desde o momento que o ônibus sai do terminal, até as 16h10min, no caso do ONC, a lotação do ônibus é máxima e nesse mesmo período o conforto passa de “Desconfortável devido ao calor” para “Estresse devido ao calor”. Depois das 16h15min, a lotação diminui, e o conforto humano volta a ser desconfortável pelo calor.

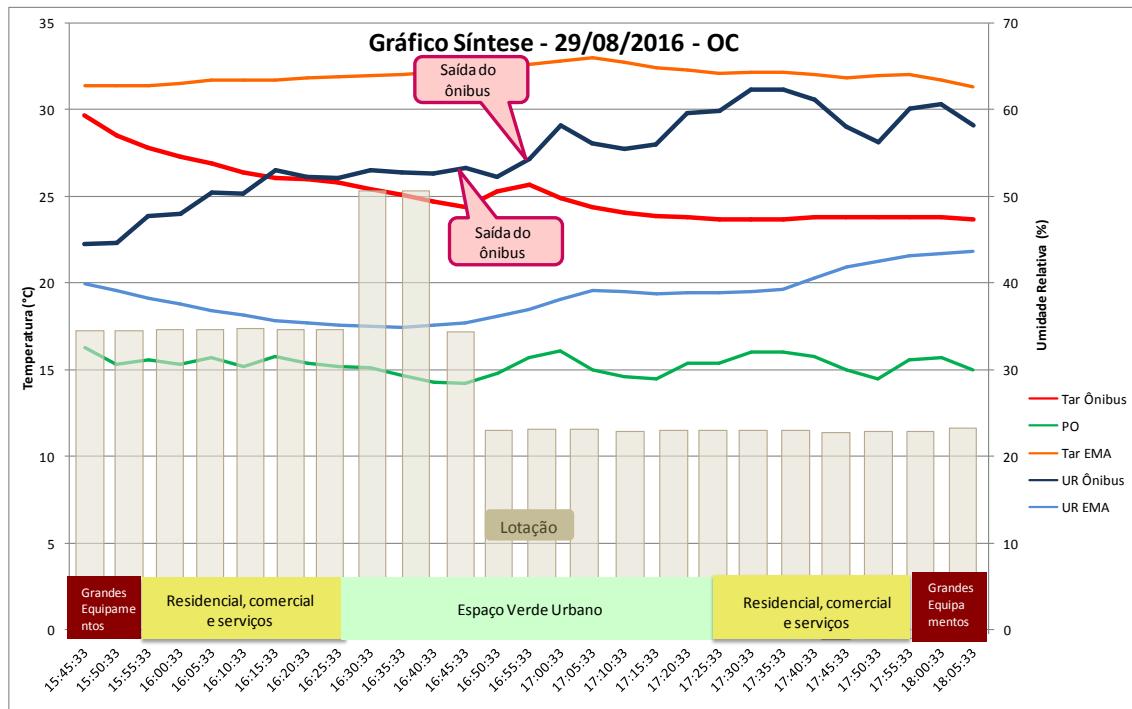


Figura 27 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo OC.

Como verificamos na Figura 27, no ônibus OC, diferentemente do ONC, só apresentou a lotação máxima no período das 16h30min até as 16h40min. A lotação não parece ser o principal fator influenciador na temperatura do ar nesse período, pois nesses horários de maior lotação, a temperatura diminuiu. Com respeito ao uso do solo, a temperatura segue o padrão esperado, pois apresenta uma tendência decrescente ao atravessar primeiramente por

“grandes equipamentos”, posteriormente por uma área “residencial, comercial e serviços” e então, ao chegar mais próximo do Terminal Parelheiros, “espaço verde urbano”. Esse padrão corrobora a classificação do clima urbano de Tarifa e Armani (2002) principalmente quando o ônibus passa pela Unidade Climática Urbana Central – Marginais- Industrial - Santo Amaro.

Na retirada do *Datalogger* do OC no Terminal Parelheiros a temperatura aumenta 1,3°C, como é indicado pelo balão rosa na Figura 27. Esse aumento indica que a temperatura exterior estava acima da temperatura no interior do ônibus climatizado, comprovando que, o ar condicionado estava ligado e operante. No trecho de volta, das 16h50min até as 18h05min, a temperatura volta a apresentar seu caráter decrescente, assim como a temperatura da EMA. A umidade relativa apresenta um comportamento que não parece estar relacionado com o uso do solo, nem com a lotação. Acrescentamos ainda que o PO encontra-se bastante distante da temperatura de dentro do ônibus durante todo o trajeto e, portanto, podemos afirmar que não havia condensação nesse ambiente.

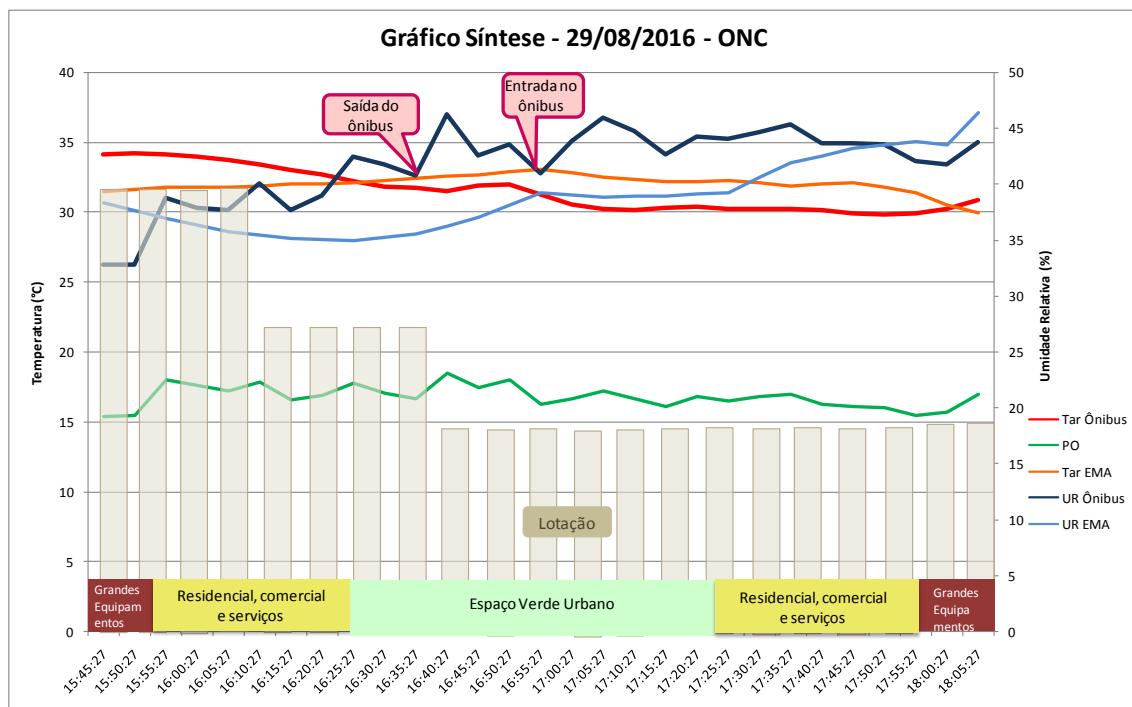


Figura 28 - Gráfico síntese das temperaturas, umidades relativas, temperaturas do ponto de orvalho, lotação e uso do solo no ONC.

Ao analisar a Figura 28, verificamos que no trajeto de ida do ONC, das 15h45min às 16h40min, a temperatura apresenta um padrão decrescente,

assim como o OC, iniciando com 34,1°C e chegando até os 31,5°C às 16h40min. Nesse mesmo trecho, o uso do solo variou de “grandes equipamentos” a “áreas verdes urbanas”, sendo que as maiores temperaturas ocorreram durante a passagem do ônibus pelos grandes equipamentos e, as menores pelo espaço verde urbano.

O sistema de condicionamento de ar é mais eficiente quando o ônibus se encontra vazio, ou com menor número de passageiros, pois o ser humano traz para o ambiente calor e umidade.

6.3.6 Análise Sinótica

No dia 29 de agosto de 2016 atuava na região sul do Brasil uma frente fria que permaneceu estacionária. Havia então áreas de instabilidade sobre o Rio Grande do Sul, sul do Mato Grosso, oeste de Santa Catarina e Paraná, grande parte do Mato Grosso do Sul e oeste de São Paulo. Nessas locais ocorreram pancadas de chuva juntamente com descargas elétricas. Porém, pelas condições atmosféricas observadas durante o trabalho de campo, percebemos que essa área de instabilidade não alcançou a metrópole de São Paulo, pois nela predominava um centro de alta pressão. Esses sistemas são favorecidos durante o inverno devido ao baixo aquecimento continental (BORSATO; MENDONÇA, 2015).

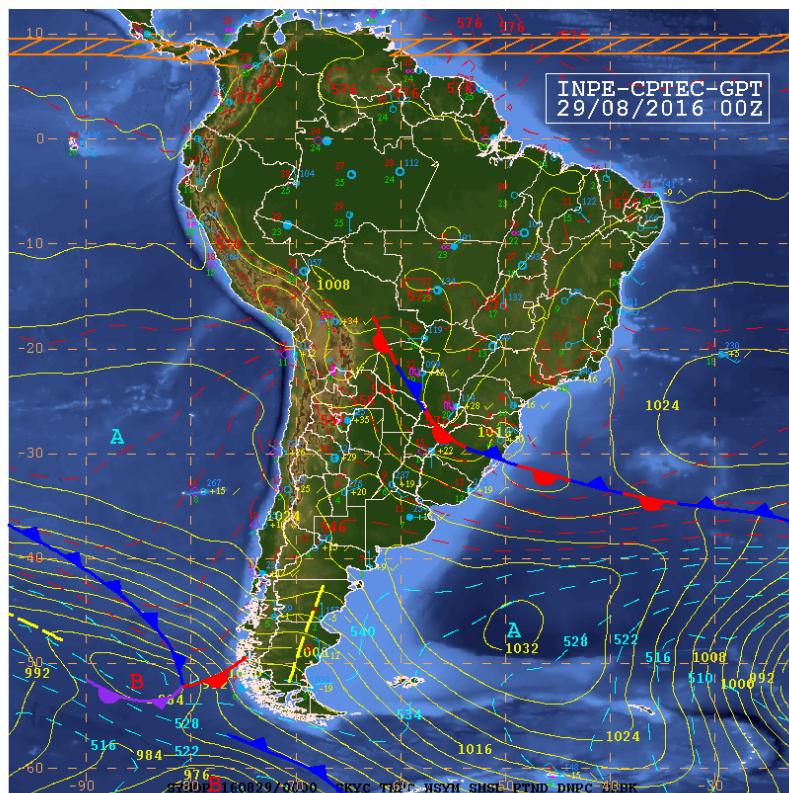


Figura 29 - Carta sinótica do dia 29 de agosto de 2016. Fonte: INPE, 2017

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange aos objetivos deste trabalho, as análises dos dados obtidos nos trabalhos de campo permitiram auferir que há diferença no conforto humano entre o OC e o ONC. Essa diferença consiste no fato de que o ONC apresenta maior suscetibilidade à influência dos elementos climáticos do ambiente externo do que o OC, assim como aos efeitos da lotação e do uso do solo. As temperaturas e as umidades relativas variaram mais no ONC do que no OC. Permitindo concluir que o sistema de condicionamento de ar se mostrou eficiente ao isolar termicamente o ambiente interno do ônibus.

Ao analisar a variação da temperatura no OC observamos que em dias mais frios, como o primeiro e segundo campo, a temperatura se manteve próxima dos 20°C. Contudo, em dias quentes, como o do terceiro campo, a temperatura do OC apresentou uma média de 25°C. Ainda podemos afirmar que o OC foi considerado confortável termicamente por mais tempo do que o ONC.

Portanto, ao relacionar e comparar os dois tipos de ônibus, concluímos que o OC se encaixa melhor nos padrões de conforto humano estabelecidos pelo Índice de Temperatura Efetiva e pelo Índice de Desconforto Humano.

Em relação à umidade relativa, concluímos que na maior parte das medições a umidade da EMA foi maior do que as dos ônibus, com exceção do terceiro campo em que o OC apresentou umidades relativas maiores do que as da EMA durante todo o percurso, enquanto que no ONC, 82,8% das medições a umidade relativa estava acima daquela verificada na EMA.

Ao compararmos as temperaturas de dentro dos ônibus com as da EMA, concluímos que nos dias mais frios a temperatura da EMA sempre se manteve mais baixa do que as dos ônibus. Contudo, no último campo (em que as temperaturas estavam mais altas), ela apresentou temperaturas mais altas quando comparada ao OC, porém, quando compara ao ONC, isso aconteceu em apenas 65,5% do trajeto.

Considerando o uso do solo, no primeiro campo, observamos que no OC, as temperaturas tiveram o comportamento esperado, acompanhando o uso do solo, com maiores temperaturas onde há maior concentração urbana e temperaturas menores nas áreas com mais vegetação em 87,5% do trajeto. Nos outros 12,5% a temperatura aparece mais relacionada à lotação do coletivo. Já o ONC não parece apresentar relação direta entre a temperatura e o uso do solo.

Verificamos que apesar de todos os trabalhos de campo terem sido realizados na mesma estação (no caso, o inverno), consideramos uma amostra de temperaturas que variaram de 16,7°C até 34,2°C, ou seja, uma amplitude térmica total de 17,5°C, isso considerando apenas as temperaturas medidas dentro dos ônibus. Assim, podemos dizer que foi analisado uma amostra significativa de dados de temperatura, umidade e índices de conforto humano em diferentes condições climáticas. Ademais – apesar de pouco numerosas – as medições foram realizadas em horários de pico, mostrando a realidade durante o trajeto de ida e volta, e contribuindo para o alcance aos objetivos deste estudo.

8. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Nesta pesquisa foi possível a análise de apenas três dias de medição no período de inverno, e a partir desses dias, fizemos uma análise do microclima interno dos ônibus. Entretanto, é importante deixar claro que, sendo esta uma generalização, as condições vistas nesse trabalho de temperatura e umidade relativa e conforto térmico, podem variar amplamente, com a mudança de estação do ano e de outras condições macroclimáticas.

É importante salientar ainda que a metodologia usada para se fazer a medição da lotação foi bastante subjetiva, não sendo possível apresentar resultados numéricos exatos do número de passageiros em cada ônibus. Mesmo tendo sido estabelecidos classes para a determinação da lotação do ônibus, elas são de números aproximados e foram feitas a partir da percepção de cada indivíduo que acompanhava o *Datalogger*.

Também não foi considerada nessa pesquisa a velocidade do ônibus. A análise dessa variável seria interessante principalmente pra o caso do ONC que, na maioria das vezes apresentava janelas abertas. O vento que entra por essas janelas pode interferir diretamente no conforto humano dos passageiros.

Há limitações ainda no campo de especificações técnicas e operacionais do equipamento de condicionamento de ar utilizado na linha escolhida. Dados como potência e capacidade, foram desconsideradas nessa pesquisa.

Em um próximo desenvolvimento de uma pesquisa com metodologia similar, ao invés de utilizar intervalos de medição de 5 minutos, talvez seja mais apropriado a utilização de intervalos de 1 minuto. Isso porque além de se obter mais dados para serem trabalhados, estes têm uma capacidade mais completa de explicar a realidade do conforto humano dentro do veículo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G.S. Modelagem e análise de sistemas de ar condicionado. In: Modelagem de sistema de controle de ar condicionado baseado em redes de Petri. 2008.p.7-20.

ALVES, R. S.; FILAHO, E. S. Resenha do Livro Os climas na cidade de São Paulo: Teoria e Prática. In: Revista Geografares, nº13, p.311-319, Dezembro, 2012.

Atlas Ambiental da Prefeitura de São Paulo. Disponível em:
<http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/pagina.php?id=19>. Acesso em 13 de junho de 2016.

BARDUCO, G. L. Análise do conforto e desconforto térmico em transportes públicos: a linha de ônibus 107-T (cidade Universitária - metro Tucuruvi) um estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, 2012.

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F. A. A espacialização dos sistemas atmosféricos e a análise rítmica para o Centro-Sul do Brasil. In: **Geousp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 3, p. 585-604, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: URL: <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/107613>.

Centro de Gerenciamento de Emergências. Disponível em:
<https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em:
<http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em 30 de julho de 2017.

COLTRI, P.P.; JUNIOR, C.M.; VELASCO, G.N.; FERREIRA, N. J.; FREITAS, S. Influência do solo nas ilhas de calor local e regional no município de Piracicaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2009, Natal, INPE, p. 639-646. Acesso em 21 de abril de 2016.

DE SOUZA, D. M., NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. Geografia (Londrina), 21(2), 65-83, 2013.

DÍAZ, R. P.; BRAGA, S. L. Avaliação da influência da Carga de gás em um sistema de condicionamento de ar automotivo. Rio de Janeiro, 2002. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

FROTA, A.B., SCHIFFER, S.R. Manual do conforto térmico. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GALVANI, E.; LIMA, Nádia Gilma Beserra de . As classificações pluviométricas do estado de São Paulo: uma revisão bibliográfica. In: Emerson Galvani, Nádia Gilma Beserra de Lima. (Org.). Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso. Curitiba: Editora CRV, 2012, v. , p. 67-82.

GALVANI, Emerson; LIMA, Nádia Gilma Beserra de. O trabalho de campo como recurso didático na geografia: o exemplo do trajeto de Paranapiacaba a Cubatão. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, n. 24, p. 152-163, apr. 2008. ISSN 2179-0892. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74101/77743>>. Acesso em: 28 aug. 2017.

GOBO, J. P. A. Regionalização climática do Rio Grande do Sul com base no zoneamento do conforto térmico humano. 2013. 184 p. Dissertação (Mestrado) -Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2013.

GOUVÊA, M. L. Cenários de impacto das propriedades da superfície sobre o conforto térmico humano na cidade de São Paulo. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

HOUGHTEN, F.C.; YAGLOU, C.P. Determining lines the equal comfort , and Determination of the comfort zone. In: **ASHVE Transactions**. Vol.29 , 1923.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>>. Acesso em 3 de junho de 2016.

Instituto Geológico e Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Unidades Homogêneas de Uso e Ocupação do Solo Urbano (UHCT). São Paulo, 2014.

LUIZETTO, L. E. F. Conforto térmico em ambientes de escritório. 66 p. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MARTINELLI, M. Clima do Estado de São Paulo. In: **Confins** [Online], 8 | 2010, posto online no dia 14 Março 2010, consultado o 28 Agosto 2017. URL : <http://confins.revues.org/6348>.

MISSENARD, A. *L'Homme et le climat*. Paris, 1937.

MONTEIRO.C.A.F. A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo. Estudo sob Atlas. Instituto de Geografia USP.São Paulo 1973

MONTEIRO, C. *A construção da climatologia geográfica no Brasil*. São Paulo: Alínea, 2015. 192 p.

NINCE, P. C. C, SANTOS, F. M. M, NOGUEIRA, J. S, NOGUEIRA, M. C. J. A. Conforto térmico dos usuários em vegetação e revestimento urbanos no campus da UFMT em Cuiabá- MT. In: Revista Monografias Ambientais-REMOA, v.13, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/viewFile/13625/pdf>

OLGYAY, V. Design with Climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 1963

ONO, H.S.P.; KAWAMURA. Sensible Climates in Monsoon Asia. In: International Journal of Biometeorology, Vol. 35, nº XX, p.39-47.

PONCIANO, L. *São Paulo: 450 bairros, 450 anos*. Editora Senac São Paulo, 2014.

Prefeitura de São Paulo. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/pinheiros/historico/index>>. Acesso em 2 de maio de 2016.

PUPPO, E.; PUPPO, J. A. Acondicionamiento Natural y Arquitectura. Barcelona: Marcombo, 1972.

RIBEIRO, L.P. (2008) Conforto Térmico e a Prática do Projeto de Edificações: recomendações para Ribeirão Preto. Dissertação (Mestrado) – Escola de

Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, São Carlos, 2008.

ROLIM, Glauco de Souza et al . Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. In: **Bragantia**, Campinas , v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. Available from

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400022&lng=en&nrm=iso>.access on 28 Aug. 2017.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-8705200700040002>

SANTOS, W.R.T.; MELO, M.L.D. Índices de Conforto e Desconforto Térmico Humano segundo os Cenários Climáticos do IPCC. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

São Paulo Transportes S/A. Disponível em: <http://www.sptrans.com.br>. Acesso em 29 de julho de 2016.

SETZER, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1966. 61p.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Org.). Os climas na cidade de São Paulo – Teoria e Prática. Revista GEOUSP – Coleção Novos Caminhos, nº 4. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia – FFLCH/USP, 2001.

VITAL, L. A. B., MOREIRA, E. B. M., NÓBREGA, R. S. Estimativa de índice de desconforto térmico humano em um transecto no município de Olinda/PE. In: **Revista Geonorte** V.2 N.5. P.761-772, 2012. Acesso em 08 de Junho de 2017.