



## **EFEITO MITIGADOR DO CEMITÉRIO DA PAZ, NA CIDADE DE BELO HORIZONTE, SOBRE O MICROCLIMA DE ENTORNO**

**Marina Silva Seabra da Rocha (1); Camila Araújo de Sirqueira (2);  
Eleonora Sad de Assis (3); Eduardo Cabaleiro Cortizo (4)**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação MACPS, marinasseabra@gmail.com, UFMG, Rua Januária 277, Colégio Batista, BH-MG, 31110-060, Tel.: (31)99120-5207

(2) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Cidades, milasirqueira@gmail.com, Universidade Federal de Alagoas, Av. Dr Hamilton Falcão 379, Condomínio Chácaras da Lagoa B20, Santa Amélia, Maceió-AL, 57063250, Tel.: (82)98235-0000

(3) PhD, Professora do Dep. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, elsad@ufmg.br

(4) PhD, Professor do Dep. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, cabaleiro@gmail.com  
Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura (EA-UFMG), Rua Paraíba, 697, 30130-141, Belo Horizonte - MG, Tel. (31)3409-8823

### **RESUMO**

Trabalhos recentes no meio acadêmico têm apontado os cemitérios como grandes fontes de contaminação ambiental. Estes equipamentos urbanos, além de serem vistos como prejudiciais ao meio ambiente, ainda carregam o estigma de serem locais sombrios e que trazem mais malefícios do que benefícios para a vizinhança em que estão inseridos. Desta forma não são enfatizadas as contribuições positivas que algumas das tipologias de necrópole, como os cemitérios-parque podem trazer para o entorno urbano pelo fato de serem grandes áreas vegetadas. Portanto, o objetivo deste estudo é romper com a imagem ruim que se tem destes equipamentos urbanos, tentando provar suas contribuições sociais e ambientais positivas, tomando como base estudos microclimatológicos e de apropriação espacial, realizados no Cemitério da Paz, em Belo Horizonte, no ano de 2014. Foram utilizados os softwares ENVI-met© versão 4.0 Beta 1 e Rayman© versão 1.2, respectivamente, para as simulações de aspectos climáticos e conforto térmico do usuário em situações distintas de cobertura do solo. Os resultados mostram que a concepção arquitetônico-paisagística do cemitério-parque pode contribuir positivamente para o microclima do seu entorno e para o fomento da utilização deste como espaço de lazer. Entretanto, se compararmos a situação real com a simulada, inteiramente coberta por pavimentação, pode-se observar que não houve diferença expressiva no conforto térmico estimado dos usuários.

Palavras-chave: vegetação urbana, microclima, cemitério.

### **ABSTRACT**

Recent academic works have classified graveyards as significant sources of environmental contamination. Besides seen as harmful to the environment, cemeteries carry a stigma of being obscure places that bring more damage than benefits to the neighborhood in which they are located. That way the positive aspects are never emphasized, especially the contributions that some types of necropolis such as memorial parks could bring to the urban surroundings, for being wide green covered areas. Therefore the aim of this study is to refute the necropolis' bad reputation by trying to prove their social and environmental positive contributions based on microclimatologic and spatial appropriation studies carried out at Cemitério da Paz, in Belo Horizonte, in 2014. The softwares ENVI-met© version 4.0 Beta1 and Rayman© version 1.2 were used, respectively, for the simulations of climatic aspects and thermal comfort of users in different situations of soil cover. The results show that the architecture and the landscape design of a Park-Cemetery can contribute positively to the microclimate of the surroundings and promote leisure uses within such urban spaces. However, if we compare the actual situation with the simulated one all covered by paving, we can see that there was no significant difference in the estimated thermal comfort of the users.

Keywords: urban greenery, urban microclimate, cemetery.

## 1. INTRODUÇÃO

Os cemitérios são equipamentos urbanos bastante controversos. São rotulados como locais sombrios, insalubres, que contaminam o meio ambiente. Muito se tem falado sobre os impactos negativos das necrópoles, sobretudo no que concerne à qualidade do lençol freático e à emissão de gases de efeito estufa, dentre outros. Pacheco (2012) enfatiza que, em relação aos efeitos da presença de um cemitério em uma zona urbana, é usual relacionar as necrópoles com o impacto ambiental que causam nas águas subterrâneas devido ao vazamento do produto da decomposição dos corpos.

Pouco se menciona sobre a contribuição positiva do microclima de cemitérios cuja concepção paisagística privilegia a vegetação à massa construída, como os cemitérios-parque, para o conforto térmico dos habitantes de uma zona urbana. Os cemitérios deste tipo, também chamados de *Memorial Park*, surgiram nos EUA no começo do séc. XX. As necrópoles do tipo parque são formadas quase sempre pelos mesmos biótopos<sup>1</sup>: uma porcentagem de área com vegetação arbórea que margeia as quadras; grandes áreas gramadas que se constituem nas zonas de sepultamento; áreas cujo solo se encontra constantemente exposto e revolvido, devido ao fato de serem áreas de sepultamento de grande rotatividade, e pequenas áreas edificadas. A concepção arquitetônica e paisagística desta tipologia de necrópole preza pela neutralidade e tenta dissimular a presença da morte utilizando o recurso da vegetação abundante e das lápides de dimensões modestas no nível do terreno. Por isto, no estudo de Rocha (2014), relata-se que muitos usuários não percebem o cemitério-parque como uma necrópole, pois os princípios projetuais não passam a impressão de tal, e sim de um parque. Este aspecto desta tipologia é positivo se analisarmos que a atenuação da imagem sombria tradicional dos cemitérios pode contribuir para um aumento do número de usuários, o que melhora a segurança e promove o uso destes espaços públicos (ROCHA, 2014).

Este estilo de necrópole foi escolhido para análise dos efeitos de seu microclima no entorno construído, justamente por se configurar como um parque urbano, onde a porcentagem de área vegetada é muito superior à área construída, diferentemente dos cemitérios românticos, que são aqueles que se assemelham às cidades dos vivos, com ruas, quadras cimentadas e sepulturas no formato de pequenas casas e capelas.

A justificativa para o desenvolvimento do presente trabalho se dá pelo fato de que a temática das necrópoles, enquanto equipamentos importantes para a estruturação do tecido urbano, ainda é pouco discutida no meio acadêmico (ROCHA, 2014). Além disto, conforme afirmam Carvalho, Soares e Souza (2008) os efeitos ambientais positivos das áreas verdes, como as necrópoles, ainda são pouco estudados, sendo que há escassas referências bibliográficas sobre o tema.

De acordo com Sirqueira (2014) um microclima caracteriza condições climáticas próprias de um ambiente urbano de dimensões relativamente pequenas se comparadas à área total urbanizada. Isto significa que este ambiente possui características materiais e/ou morfológicas que fazem com que suas variáveis climáticas se diferenciem das do seu entorno. Os cemitérios-parque, como o próprio nome sugere, são áreas que se destacam no tecido urbano impermeabilizado e adensado, por constituírem grandes áreas livres verdes. A vegetação da necrópole pode, nesse sentido, exercer uma influência considerável em um microclima local, pois muitos autores têm constatado que a vegetação diminui os efeitos negativos das ilhas de calor urbanas (OKE, 1978; DIMOUNDI, NIKOLOPOULOU, 2003 *apud* SIRQUEIRA, 2014)<sup>2</sup>.

## 2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi analisar os impactos ambientais e sociais positivos dos cemitérios-parque em cidades adensadas, tomando como caso de estudo o Cemitério da Paz, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Pretendeu-se confrontar a idéia tradicional de que cemitérios são locais que só trazem prejuízos ao seu entorno urbano pois são ambientes considerados sombrios, mal frequentados e que, por consequências específicas de implantação, construção e manutenção, podem poluir o meio ambiente.

## 3. MÉTODO

O método de abordagem geral foi o indutivo (MARCONI; LAKATOS, 2003), pois partiu-se da análise de um caso exemplar para caracterizar o impacto de uma necrópole do tipo parque no microclima de uma área urbana. O método de procedimento foi o de estudo de caso, empregando-se para isso a pesquisa bibliográfica

---

<sup>1</sup> Biótopo corresponde ao local físico composto de condições específicas e estáveis de fatores abióticos como umidade, pressão, temperatura, tipo de solo, relevo, etc., onde um grupo de populações vive (ALMEIDA, 2016).

<sup>2</sup>DIMOUNDI, A; NIKOLOPOULOU, M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. **Energy and Building**, Lausanne, v.35, n.1, p. 69-76, 2003; OKE, T.R. **Boundary layer climates**. 2. ed. Londres: Methuem e Co. LTD, 1978.

e documental relativa ao local, bem como: o trabalho de campo para o levantamento de dados quantitativos (monitoramento climático local) e a simulação computacional através do programa ENVI-met© versão 4.0 (SIRQUEIRA, 2014); os dados referentes à resistência térmica da vestimenta e de atividades metabólicas e calibração do índice PET (Temperatura Fisiológica Equivalente)<sup>3</sup> para a cidade de Belo Horizonte, levantados e obtidos por Hirashima (2010) e a coleta de dados qualitativos relativos à percepção dos usuários sobre a ambiência do cemitério por Rocha (2014).

Foi feita uma análise comparativa entre os dados de percepção dos usuários em relação à ambiência e os dados de conforto térmico calculados através do PET, a partir dos resultados obtidos por Sirqueira (2014) e Hirashima (2010).

### 3.1. Simulações no modelo microclimático ENVI-met©

Sirqueira (2014) em sua dissertação de mestrado, escolheu o Cemitério da Paz, como uma das áreas de estudo para verificar a influência de espaços vegetados no microclima de uma cidade. Para isto ela procedeu a simulações computacionais no *software* ENVI-met©. Os dados microclimáticos de entrada no modelo (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento) foram medidos no local utilizando *dataloggers* HOBO U12-012, marca ONSET, previamente aferidos na Estação Meteorológica principal de Belo Horizonte. O procedimento de aferição foi o mesmo adotado por Hirashima (2010). Depois de aferidos, estes HOBOs foram instalados dentro de abrigos meteorológicos na área de estudo, nas quadras 2 e 8 do Cemitério (veja Figura 3) nas altitudes respectivas de 875m e 865m (SIQUEIRA, 2014).

Os dados de radiação solar e nebulosidade, que não puderam ser coletados em campo, foram obtidos, respectivamente, pelo programa Radiasol®, versão 2 (BUGS, 2010), que fornece uma média da radiação global das cidades brasileiras de acordo com o mês do ano, e pelas Normas Climatológicas do Brasil.

Os dados obtidos foram usados para verificar a capacidade do programa ENVI-met© em simular as condições locais no período monitorado, e depois, para os cenários desejados. Sirqueira (2014) utilizou dados de dois dias do período monitorado para as simulações, os dias 18/02/2014 e 19/04/2014, por apresentarem semelhanças aos de dias típicos de verão e inverno, respectivamente. A Tabela 1 apresenta os dados para calibração que foram inseridos como entrada no programa ENVI-met©.

Tabela 1 – Dados de entrada para a simulação da área do Cemitério da Paz, considerando diferentes tipos de cobertura do solo, de acordo com as ocorrências locais.

Variáveis	Verão	Inverno
Velocidade do vento HOBO42	1,5 m/s	2,5 m/s
Direção do vento - em graus HOBO42	165	98
Temperatura do ar - °C HOBO42	20,1	20,4
Umidade relativa do ar - % HOBO42	89	78,6
Umidade específica do ar à 2500m - g/kg HOBO42	10,06	7,7
Velocidade do vento HOBO43	1,41 m/s	1,69 m/s
Direção do vento - em graus HOBO43	70	86
Temperatura do ar - °C HOBO43	22,2	18,6
Direção do vento - em graus	70	86
Nebulosidade - (em X 8)	5,6	2,4
Temperatura do solo - °C	29,4 (a 20 cm)	24 (a 20 cm)
Umidade do solo - %	94 (a 20 cm)	20 (a 20 cm); 10 (a 50 cm); 7,5 (a mais de 50 cm)
Albedo solo nu	0,20	0,20
Albedo concreto envelhecido	0,13	0,26
Albedo grama	0,24	0,27
Albedo Floresta	0,13	0,11
<b>Calibração inicial do programa</b>	<b>Radiação</b>	
Radiação Difusa - W/m <sup>2</sup>	476	147
Radiação Global - W/m <sup>2</sup>	595	888

Fonte: Sirqueira, 2014.

A coleta de dados serviu de base para a calibração do modelo micrometeorológico, gerando-se duas situações: a situação real e também um segundo cenário, no qual a área gramada do cemitério foi substituída por um revestimento de concreto. Conforme mostrado nas Figuras 1A e 1B, o desenvolvimento dos modelos da área de estudo compreendeu, além da inserção de dados microclimáticos, a entrada de dados do tipo de solo do local, do tipo de vegetação e de edificações do entorno imediato e seus respectivos albedos. Em

<sup>3</sup> O PET equivale à temperatura do ar em um ambiente interno na qual o balanço térmico do corpo humano é mantido com suas temperaturas de centro e da pele iguais àsquelas existentes sob as condições que estão sendo avaliadas.

vermelho está a área predominantemente gramada, em cinza as edificações e pavimentos das ruas (asfalto) em preto; em marrom indica-se o solo argiloso e em bege a base de concreto (solo impermeabilizado) das edificações (SIRQUEIRA, 2014).

Já nas Figuras 1C e 1D, a mesma área foi modificada para um cenário de impermeabilização com pavimento de concreto substituindo a grama do cemitério, sendo que as cores usadas têm a mesma legenda das figuras anteriores. Os modelos real e modificado serviram de base para a simulação no ENVI-met© e resultaram na comparação entre os dois cenários propostos por Sirqueira (2014), com a finalidade de se verificar os impactos positivos que uma zona vegetada tem sobre o microclima local. No estudo original a autora procedeu com simulações tanto para o dia típico de verão quanto para o de inverno, porém neste trabalho analisa-se apenas os resultados das simulações para o verão.



Figura 1 – Áreas de modelagem para simulação no ENVI-met©. Figuras A e B referentes ao padrão real da área estudada. Figuras C e D representam uma possível situação para o cenário hipotético: (A) Camada de vegetação e edificação – grama e parcelas arborizadas (vermelho) e edificações (cinza); (B) Camada de solo – solo natural sem revestimento (marrom), asfalto (preto); (C) Camada de vegetação e edificação do cenário – presença de vegetação fora do cemitério (vermelho) [área não modificada] e edificações (cinza) ; (D) Camada de solo no cenário - solo revestido com concreto (bege) e asfalto (preto) (SIRQUEIRA, 2014).

### 3.2. Cálculo de PET

Do ponto de vista do planejamento urbano, a avaliação dos microclimas urbanos pode ser feita tendo-se o conforto térmico humano como referência. Este é medido por índices de conforto que relacionam parâmetros climáticos às sensações térmicas das pessoas. Um destes índices é o chamado PET, que foi adaptado para ambientes exteriores das cidades da Alemanha. Hirashima (2010) calibrou-o para os espaços abertos da cidade de Belo Horizonte, MG. Portanto, a versão calibrada do índice por esta autora foi a utilizada para verificar as condições de conforto térmico dos usuários no Cemitério da Paz, durante o verão.

Os dados obtidos por Sirqueira (2014) foram inseridos no programa Rayman© versão 1.2, para o cálculo do PET (Tabela 2, obtidos por Sirqueira, 2014, e os da Tabela 4 a seguir). Para fins de comparação, o cálculo do PET foi feito para o dia de verão. Isto ocorreu pelo fato de que só se foram publicadas em Sirqueira (2014) as simulações de temperatura e umidade do dia 18/02. Tendo isto em consideração, foram escolhidos então, três horários para o cálculo de PET: às 6h, por ser um horário em que ainda não há forte radiação solar, o horário de 15h, por ser o mais quente do dia e o de 20h, por ter sido escolhido por Sirqueira para realizar as simulações no ENVI-met©. É importante salientar que, sendo a área da necrópole relativamente homogênea, foram usados os dados apenas do HOBO 904042 (veja Figura 3), que fica na altitude de 875m.

Tabela 2 –Dados de entrada no programa Rayman©

Hora	06:00		15:00		20:00	
Área	Real	Modificada	Real	Modificada	Real	Modificada
Temperatura do ar - °C	22,3	22,6	22,9	23,4	22,3	22,8
Umidade relativa do ar - %	77,2	71,0	74,2	65,6	75,9	66,8
Velocidade do vento - m/s	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5
Nebulosidade (X8)	6	6	6	6	6	6
Radiação global -W/m <sup>2</sup>	114	144	438	438	0	0

Tabela 3 –Intervalos do índice térmico PET para Belo Horizonte, período de verão

PET (°C)	Percepção térmica
Até 30,5	Confortável
30,5 - 35	Calor
Acima de 35	Muito Calor

Fonte: Hirashima, 2010.

Os resultados obtidos foram convertidos para os intervalos de PET estabelecidos por Hirashima (2010) para o município de Belo Horizonte, conforme a Tabela 3, para verificar as condições de conforto térmico do usuário.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

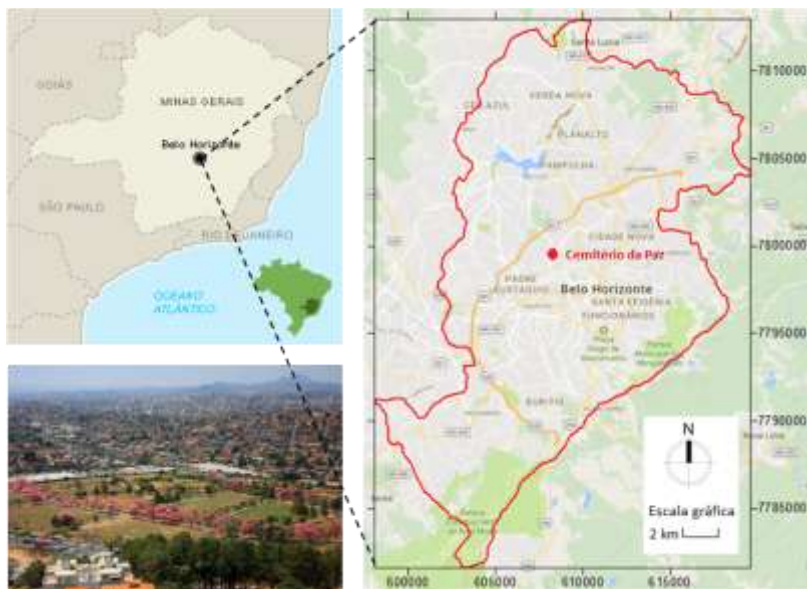


Figura 2 – Localização do Cemitério da Paz no Município de Belo Horizonte, MG. Limite do Município em coordenadas UTM sobre base do Google Maps 2017© Foto do cemitério: (WIKIMÁPIA, 2012).

O cemitério escolhido como caso de estudo é o Cemitério Municipal da Paz, que fica na cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. A cidade está numa região de clima tropical de altitude, possuindo um período mais quente e úmido durante o verão e inverno seco, bem definido por temperaturas e umidade relativa do ar mais baixas e consequente maior amplitude térmica. A Figura 2 mostra a localização do caso de estudo.

O Cemitério da Paz se localiza no bairro Caiçaras, na divisa com os bairros Aparecida – 7ª Seção e Nova Esperança, na região Noroeste de Belo Horizonte. Foi a terceira necrópole a ser inaugurada na cidade, em 1967 e possui 289.000 m<sup>2</sup> de área.

O Cemitério da Paz é maior área vegetada da região, sendo que a quantidade de áreas verdes nesta região da cidade é muito pequena, contabilizando apenas 2 m<sup>2</sup> por habitante (ROCHA, 2014). Conforme mostrado na Figura 3, o cemitério é separado do resto do tecido urbano por duas grandes avenidas: a Presidente Carlos Luz e a Américo Vespúcio. Os bairros supra-mencionados, apesar da verticalização pouco acentuada, com residências, em sua maioria, de um a dois pavimentos, possuem em comum uma alta densidade de ocupação horizontal e escassez de áreas verdes públicas e de arborização viária.



Figura 3 – Localização do Cemitério da Paz. Editado pela autora sobre base do Google Earth©, 2015.



Figura 4 – Uso e ocupação do solo no entorno do cemitério (BELO HORIZONTE, 2014).

Entretanto, todos os bairros do entorno do cemitério eram caracterizados, até recentemente, como ZAR-2 segundo a Lei de Uso e Ocupação do Solo de 1996. Em 2010, parte da área do bairro Alto Caiçaras foi transformada de ZAR-2 em ZE, conforme a Figura 4, ou seja, Zona de Grandes Equipamentos, destinada aos usos de relevância para a estrutura urbana (BELO HORIZONTE, 1996).

Art. 8º - São ZARs as regiões em que a ocupação é desestimulada, em razão de ausência ou deficiência de infra-estrutura de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, de precariedade ou saturação da articulação viária interna ou externa ou de adversidade das condições topográficas, e que se subdividem nas seguintes categorias: baixa densidade demográfica;  
II - ZARs-2, regiões em que as condições de infra-estrutura e as topográficas ou de articulação viária exigem a restrição da ocupação (BELO HORIZONTE, 1996, p. 2)

#### 4.1. A fauna e a flora

A flora local é composta por quadras gramadas com predominância da espécie batatais, ladeadas por árvores de grande porte exóticas ou nativas do Brasil, como paineiras, ipês-rosa e amarelo, pinheiros, flamboyants e sucupira preta. Já a fauna compreende pássaros como corujas, quero-queros, gaviões, pombas, joãos-de-barro, bem-te-vis, pica-paus, truncais, almas-de-gato e anus-brancos (ROCHA, 2014).

#### 4.2. Percepção dos usuários

Rocha afirma que o Cemitério da Paz

É um espaço frequentado pelas mais diversas pessoas, para as mais diferentes finalidades. Sua ambiência não é triste e transmite uma sensação de tranquilidade, de paz, como o próprio nome da necrópole diz. Esta impressão é partilhada por funcionários e por frequentadores do local. Por ser uma área verde de grande extensão, dentro de uma região onde a presença da natureza é pouco pronunciada devido à intensa ocupação urbana, o Cemitério da Paz se transformou em um verdadeiro “parque-cemitério”, onde atividades características de um equipamento urbano concebido para o lazer foram incorporadas. A paisagem verde, que se torna ainda mais exuberante na época de floração, juntamente com o micro-clima (sic) do local e a proteção contra a intensa circulação de veículos são fatores que contribuem para a utilização de tal espaço de outras formas desvinculadas do contexto fúnebre (ROCHA, 2014, p. 154-155).

Conforme apontado por Rezende (2000), Carvalho, Soares e Souza (2008) e Rocha (2014), os cemitérios são muitas vezes usados como espaços de lazer, e os cemitérios-parque, particularmente, devido à certas características da sua concepção arquitetônica e paisagística, acabam atraindo diferentes tipos de usuários que interpretam aquele espaço como um verdadeiro parque urbano. Rocha (2014) relata que funcionários e pessoas que trabalham nos arredores da necrópole vão ou permanecem no local para descansar na hora do almoço, aproveitando a sombra das árvores e a ambiência de tranquilidade. A autora também identificou que o Cemitério da Paz é frequentado por pessoas para fazer caminhadas e exercícios ao ar livre, pois consideram o cemitério um lugar tranquilo, com a ausência de trânsito, de cruzamentos e travessias perigosas, além da falta de poluição ou barulho, e pela arborização.

Tabela 4– Valores de taxas metabólicas e resistência térmica da vestimenta dos usuários do Cemitério da Paz definidos para o presente estudo

Atividade	Taxa metabólica (W)	Vestimenta (clo)
Sentado	105	0,5
Andando	210	0,5

Portanto, para o cálculo de PET neste estudo, foram consideradas as atividades de caminhar e descansar (sentado), vestindo uma camisa de manga curta, calça jeans e sapato fechado que é a vestimenta mais comumente usada pelos belo horizontinos, de acordo com Hirashima (2010).

Isto é representado pelos seguintes parâmetros, mostrados na Tabela 4, de taxas metabólicas relativas às atividades escolhidas e de resistência térmica da vestimenta, citados por Hirashima (2010) e baseados nas tabelas A.2 da ISO 8996 (2004)<sup>4</sup> e E.1 da ISO 7730 (1994)<sup>5</sup> para as atividades relatadas acima.

Rocha (2014, p.70) ainda observa a função psicológica e estética da vegetação local afirmando que esta tem em algumas tipologias de necrópole "a função de adornar de forma sóbria e melancólica a morada

<sup>4</sup> ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8996 : **Ergonomics of the thermal environment** -- Determination of metabolic rate. Genebra, 2004.

<sup>5</sup> ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7730 : **Ergonomics of the thermal environment** -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genebra, 1994.

dos mortos". Pacheco (2012) também assinala a importância da vegetação nas necrópoles, salientando seu importante papel na salubridade dos espaços de sepultamento, uma vez que filtram alguns vírus e bactérias do solo e capturam CO<sub>2</sub>, produto da decomposição, no processo da fotossíntese, purificando a atmosfera local.

### 4.3. Contaminação ambiental

Rocha (2014) relata que funcionários do cemitério citaram que em algumas quadras as sepulturas e carneiros<sup>6</sup> ficam tomados pela água e a decomposição dos corpos é, portanto, retardada. A presença do lençol freático em nível superficial em certas áreas do cemitério, aliada possivelmente à construção inadequada dos jazigos, tanto em profundidade quanto em relação às técnicas de construção, impermeabilização e manutenção, acarretam problemas ambientais graves.

As precipitações, as regas que infiltram no solo e a água do lençol freático que, na época de chuva sobe de nível, são contaminadas por líquidos da decomposição, por resíduos das urnas funerárias e pelas bactérias e vírus existentes nos cadáveres, conforme apontado por Franco, Costa e Menegasse (2002) podendo levar a contaminação a quilômetros de distância.

Entretanto, conforme Pacheco (2012), especialistas afirmam que cemitérios só contaminam o meio ambiente se forem construídos de forma inadequada em terrenos impróprios, em locais cujo nível freático se eleva acima do nível dos jazigos, ou onde não seja realizado o recolhimento e tratamento dos gases e líquidos ou, caso os carneiros sejam mal vedados, feitos de materiais porosos ou trincados. Pacheco ainda acrescenta que os cemitérios são equipamentos essenciais e indispensáveis a qualquer aglomerado populacional.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista a descrição qualitativa da necrópole através do estudo de Rocha (2014), que forneceu dados sobre as características físicas e sobre a impressão dos usuários, que é bastante influenciada pela vegetação abundante do local, analisar-se-á a partir de agora os dados quantitativos coletados por Sirqueira (2014) no que concerne às características microclimáticas.

### 5.1. Temperatura do ar

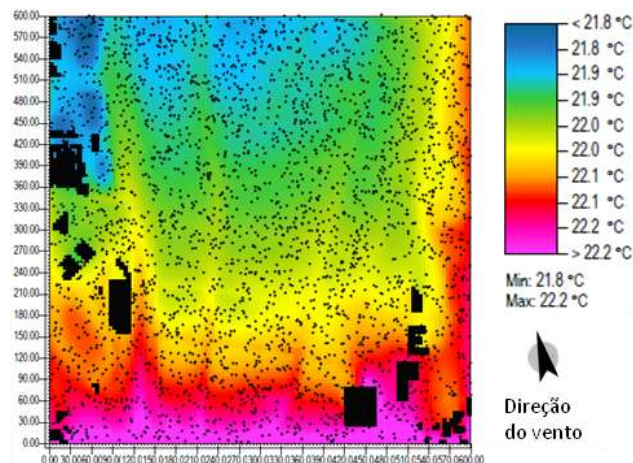


Figura 5 – Simulação da situação real: temperatura do ar no dia 18/02/2014 às 20:00 horas (SIRQUEIRA, 2014).

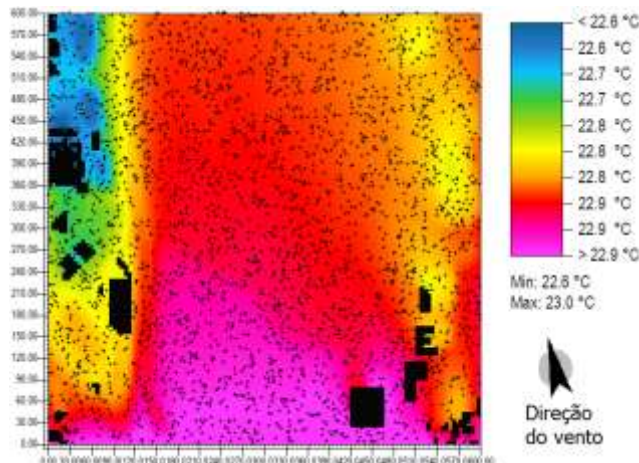


Figura 6 – Simulação do cenário hipotético: temperatura do ar no cenário às 20:00 horas (SIRQUEIRA, 2014).

Na Figura 5 observa-se que a variação de temperatura entre a área vegetada da necrópole e a área edificada do entorno, na situação real, é de aproximadamente 0,3°C. A Figura 6, porém, mostra a possibilidade de aumento de temperatura do ar de cerca de 1°C com a substituição do gramado por pavimento de concreto. Para o estudo de diferentes tipos de revestimento e a escolha do concreto, Sirqueira (2014) utilizou a base de simulação de Assis *et al.* (2013) e realizou outras simulações com materiais diversificados. O concreto obteve maior relevância para o estudo quanto a resultados de temperatura e umidade relativa do ar.

<sup>6</sup> Carneiros é o mesmo que túmulo. Diferem-se das sepulturas por serem revestidos de alvenaria, geralmente feita de blocos cerâmicos ou com placas de cimento pré-moldadas ou moldadas *in-loco*, enquanto as sepulturas são covas cavadas no solo sem qualquer tipo de revestimento.

## 5.2. Umidade relativa

Já a umidade relativa do ar é dois pontos percentuais inferior ao centro da necrópole na área urbanizada que antecede o cemitério em relação à direção dos ventos (barlavento), sendo que a presença da vegetação na necrópole é capaz de elevar a umidade relativa do entorno urbano em até 2% nas regiões à sotavento, de acordo com a Figura 7. Além disto, pode-se notar que houve uma queda da umidade geral em cerca de 10% no cenário simulado em comparação ao que foi medido *in-loco*, conforme a Figura 8.

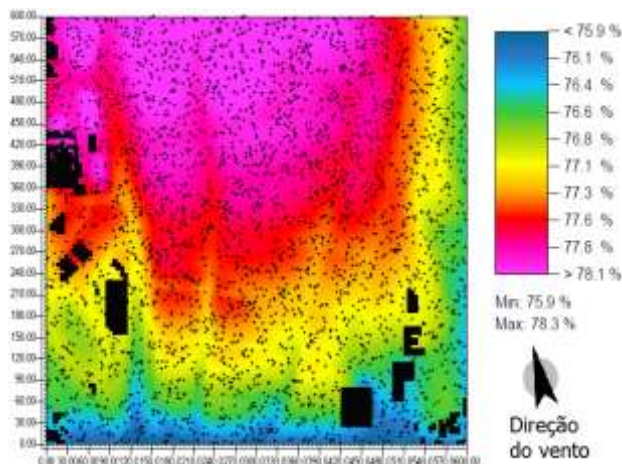


Figura 7 – Simulação da situação real: Umidade relativa do ar no dia 18/02/2014 às 20:00 horas (SIRQUEIRA, 2014).

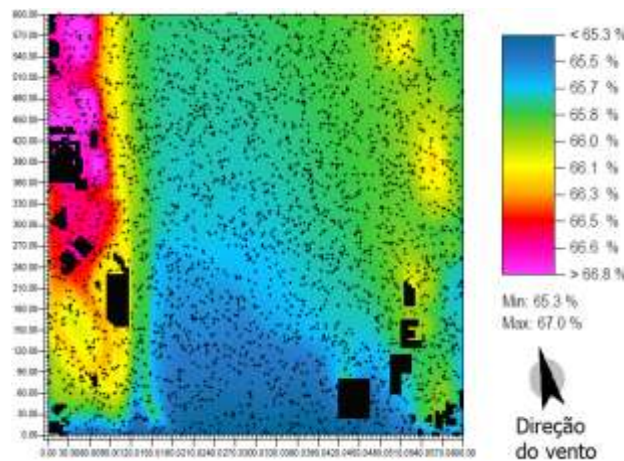


Figura 8 – Simulação do cenário hipotético: Umidade relativa do ar no cenário às 20:00 horas (SIRQUEIRA, 2014).

## 5.3. PET

Para o cálculo do PET foram utilizadas apenas a data de 18/02/2014 e os horários 6:00, 15:00 e 20:00, para o campo *Date and Time* do programa Rayman©. Foram utilizados os dados de Brasília para *location*, pelo fato de no programa não existir a cidade de Belo Horizonte e a altitude de 875m para o campo *Geographic Data*. No campo *Current data*, os dados *Air Temperature*, *Rel. Humidity*, *Wind velocity*, *Global radiation*, foram preenchidos de acordo com os dados do dia analisado, conforme a Tabela 2. O campo *Personal data*, foi deixado no modo *Default*, pois a pesquisa de Rocha não se centrava em identificar a faixa etária dos entrevistados e, por isso, não foi possível definir um usuário padrão para a necrópole. O campo *Clothing and activity* foi baseado na Tabela 4. Ao total foram realizados 12 cálculos de PET que envolviam a combinação das seguintes variáveis: horários, com situação real e modificada e tipo de atividade do usuário.

Tabela 5 - Valores de PET para os usuários do Cemitério da Paz para os horários, cenários e atividades determinados

Hora	06:00		15:00		20:00	
Area	Real	Modificada	Real	Modificada	Real	Modificada
PET sentado (°C)	19,2	19,5	26,2	26,8	17,2	17,7
PET andando (°C)	21,7	18,5	26,2	26,8	15,8	16,3

Na Tabela 5 e na Figura 9 são mostrados os resultados de PET para o dia de verão, para a situação real e para a situação modificada (cenário da área de estudo pavimentada) de um usuário sentado e andando, nos horários de 6h, 15h e 20h. Como se pode ver, em nenhuma das situações e cenários o usuário se encontraria em desconforto térmico, de acordo com a calibração de Hirashima (2010).

Comprova-se, então, a situação descrita pelos usuários em relação ao ambiente agradável da necrópole como local propício para se realizar atividades físicas e descansar, em razão de suas condições microclimáticas. Entretanto, apesar da simulação feita por Sirqueira mostrar uma diferença relevante entre os cenários real e modificado com relação à temperatura e umidade relativa do ar, percebe-se que o cenário sem nenhuma vegetação não é capaz de provocar alteração no conforto térmico do usuário em comparação com a situação real.



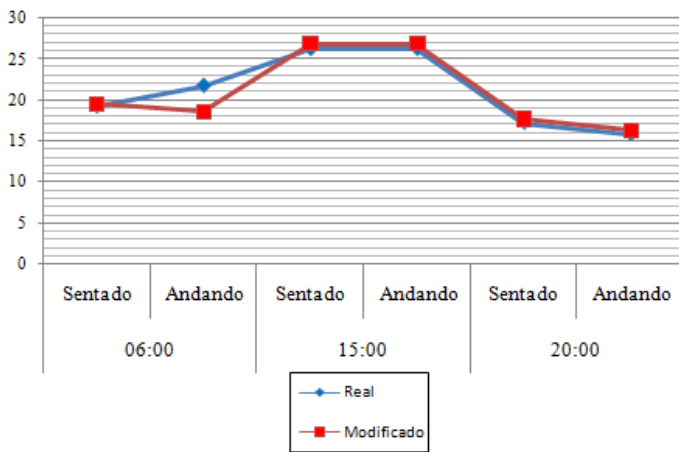


Figura 9 – Gráfico dos resultados de PET para os horários de 6h, 15h e 20h para os cenários real e modificado.

Isto ocorre, provavelmente, pelo fato de que a área do entorno não é tão densamente ocupada, pois se caracteriza como uma ZAR-2, o que quer dizer que são bairros residenciais não verticalizados, então não se configura uma ilha de calor intensa. Sugerem-se, entretanto, estudos mais aprofundados para verificação desta hipótese.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho pretendeu abrir novos horizontes de pesquisa ao enfatizar o papel das necrópoles do tipo parque na atenuação de efeitos de aquecimento urbano. Tomou-se como caso de estudo uma extensa área predominantemente gramada na cidade de Belo Horizonte, que é o Cemitério da Paz. Sirqueira (2014) já havia mostrado que esta extensa área gramada gerou uma amortização significativa de temperatura e um considerável aumento na umidade relativa do ar. Os depoimentos de usuários do local entrevistados por Rocha (2014) também indicavam condições de bem-estar e conforto térmico. Para tentar confirmar tais condições, foi calculado o PET, calibrado para Belo Horizonte, com os dados medidos e simulados do local de estudo, comparando os resultados para a situação real, com área vegetada, e para um cenário onde toda a vegetação do cemitério-parque seria substituída por pavimento de concreto. Todavia os resultados mostraram que não houve diferença significativa no conforto térmico para o usuário entre a situação real e a modificada. Contudo, no presente estudo não foi possível descobrir as reais causas deste fato e salienta-se, portanto, que novas investigações em relação ao microclima no local devem ser feitas, prazendo-se, talvez, maior área de abrangência (maior perímetro de entorno) para se chegar a conclusões mais precisas.

Então pode-se concluir que a vegetação exerce uma influência importante na forma como os usuários deste espaço vivenciam este local, do ponto de vista do conforto térmico mas, sobretudo, do psicológico. Os cemitérios muitas vezes são usados como verdadeiros parques urbanos, pela sua concepção arquitetônica-paisagística que dissimula a presença da morte.

Quanto aos problemas causados pela contaminação do lençol freático, sobretudo nas épocas chuvosas, que é quando há uma elevação do nível do mesmo e o conseqüente contato das águas subterrâneas com os corpos em decomposição, pode-se afirmar que isto seria resolvido de maneira simples. Seria necessário, primeiramente, executar o reparo dos jazigos que se encontram com trincas e fissuras, e construir novos carneiros onde antes haviam covas simples. Além disto, deveria ser feita a impermeabilização e vedação correta dos carneiros e também a instalação de um sistema de recolhimento e filtragem de gases e, eventualmente, a colocação de algum produto ou implantação de alguma tecnologia que eliminasse ou reduzisse a formação de necrochorume.

Desse modo, as necrópoles do tipo parque, enquanto equipamentos urbanos, podem trazer muitos benefícios ambientais e sociais, uma vez controlados os riscos de poluição ambiental. Tais benefícios, como se pode denotar da literatura e neste trabalho, podem ser a constituição de: áreas de atenuação da ilha de calor, da poluição atmosférica e sonora, graças à vegetação presente; espaço de preservação da flora e da fauna locais e área verde que propicia conforto térmico aos usuários de forma que se torna um espaço para lazer propício ao descanso e à realização de atividades físicas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. Biótopo, 2 Fev. 2016. Disponível em: <<http://knoow.net/cienterravida/biologia/biotopo/>>. Acesso em 10 Jan. 2017.
- ASSIS, E. S.; SIRQUEIRA, C. A.; BAMBERG, A. M. Influência da vegetação no microclima em ambiente simulado e controlado. In: ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013. 10 p.
- BELO HORIZONTE. Lei nº 7.166, de 27 de agosto de 1996. Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. **Diário Oficial**, Belo Horizonte, MG, 27 ago. de 1996. 61p. Disponível em:

<[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=Lei\\_7166-96\\_LPOUS\\_consolidada.pdf](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/files.do?evento=download&urlArqPlc=Lei_7166-96_LPOUS_consolidada.pdf)>.

Acesso em: 03 mar. 2017

- BELO HORIZONTE. **Mapa compilado da Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo de Belo Horizonte (Lei 7.166/96 e alterações)**. Belo Horizonte: SMAPU/PRODABEL, 2014. Mapa de zoneamento digital. Folha 34. Escala: 1:10.000. Disponível em: <[http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamento urbano&tax=38827&lang=pt\\_BR&pg=8843&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=planejamento urbano&tax=38827&lang=pt_BR&pg=8843&taxp=0&)>. Acesso em: 03 mar. 2017
- BUGS, R. C. Radiasol 2 - Software para geração de dados horários de radiação solar. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22., 2010, Porto Alegre. **Livro de resumos**, Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#radiasol>>. Acesso em 02 mar. 2017.
- CARVALHO, D. L.; SOARES, A. G.; SOUZA, L. M. **Contribuição ambiental e mapeamento de biótopos de cemitérios urbanos: o caso do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha - São Paulo**. 2008, 9p. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastecnologias/Cartografiatematica/28.pdf>>. Acesso em 04 jan. 2017.
- FRANCO, R. D.; COSTA, W. D.; MENEGASSE, L. N. Contaminação da água subterrânea relacionada com os cemitérios da Paz e da Saudade no município de Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-14, 2002. Suplemento. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22609/14840>>. Acesso em 03 fev. 2017.
- HIRASHIMA, S. Q. S. **Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (pet) para espaços abertos do município de Belo Horizonte, MG**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A.. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. (ver. e ampli). São Paulo: Atlas, 2003.
- PACHECO, A.. **Meio ambiente & cemitérios**. São Paulo: SENAC, 2012. 192 p.
- REZENDE, E. C. M.. **Metrópole da morte: necrópole da vida: um estudo geográfico do cemitério de Vila Formosa**. São Paulo: Carthago Editorial, 2000, p. 16.
- ROCHA, M. S. S.. **Cemitério paisagístico: uma nova proposta para as necrópoles de Belo Horizonte?: o estudo de caso do Cemitério da Paz**. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0BwDpqL11FR-CeVixZ1dXdDdHbWc/view?pref=2&pli=1>>. Acesso em: 02 jan 2017.
- SIRQUEIRA, C. A. **Estudo microclimático de recortes urbanos vegetais em Belo Horizonte - MG através de modelagem microclimática**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado à Marina Silva Seabra da Rocha, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa de doutorado à Camila Araújo de Sirqueira e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio à participação no evento.