

## APRESENTAÇÃO DE MÉTODO FOTOGRÁFICO PARA OBTENÇÃO DO FATOR DE VISÃO DO CÉU

**Flávia Osaku Minella (1); Cíntia Akemi Tamura (2); Eduardo L. Krüger (3)**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PPGTE-UTFPR, Av. Sete de Setembro, 3165 CEP. 80230-901 Curitiba PR,

arqui\_flavia@yahoo.com

(2) Arquiteta, Mestranda do PPGTE-UTFPR, cintiatamura@gmail.com

(3) Professor Doutor, PPGTE-UTFPR, ekruger@utfpr.edu.br

### RESUMO

O fator de visão do céu (FVC) pode ser entendido como a quantidade de céu visível de um determinado ponto. Esta variável tem sido frequentemente utilizada em estudos de balanço térmico por estar relacionada ao fenômeno das ilhas de calor. Basicamente, a obtenção do FVC consiste em métodos analíticos ou fotográficos. Este último método, a fim de projetar a abóbada celeste em uma imagem plana circular, utiliza uma lente convexa olho de peixe adaptada a uma câmera apropriada, ou seja, portadora do sistema *Full-Frame* (dispositivo que permite o registro completo de uma imagem em 360°). No entanto, o alto custo deste equipamento e a dificuldade de encontrá-lo para comercialização, podem inviabilizar o trabalho de pesquisadores. Como meio de suprir esta necessidade, o artigo objetiva apresentar um método de edição de imagens para a obtenção de fotos olho de peixe utilizando-se uma câmera desprovida do sistema referido anteriormente (câmera Nikon D-80 com lente *Sigma Fisheye* 8mm F-35), e, portanto, não usual para estas situações. O cálculo do FVC foi feito a partir do programa *RayMan*, sendo também realizada uma comparação com imagens e índices FVC advindos de outros estudos. O resultado obtido com a montagem das imagens a partir da metodologia apresentada mostrou-se satisfatória para aplicação em estudos que necessitem de imagens olho de peixe com ângulo de visão de 180 graus. O programa *RayMan* possibilita o cálculo do fator de visão do céu de forma rápida e confiável, como se verificou na comparação com outros estudos. Este artigo espera facilitar o trabalho de pesquisadores que venham a encontrar as mesmas dificuldades.

Palavras-chave: fator de visão do céu, foto olho de peixe, *RayMan*.

### ABSTRACT

Sky View Factor (SVF) can be understood as the amount of visible sky for a given location. This variable has been frequently used in thermal balance studies, as it is related to the phenomenon of heat islands. Basically one can obtain SVF by means of either analytical or photographic methods. The latter normally uses fisheye lens attached to an appropriate camera, which is a camera with the Full Frame system (device that allows the complete 360° registering of an image). However, the high cost of such equipment can hinder several research steps. As a way to solve this necessity, this paper has the purpose of presenting a method of image editing for obtaining fisheye pictures with a camera without the Full-Frame system (Nikon D-80 with Sigma Fisheye lens 8mm F-35), not usual for such situations. The calculation of SVF was performed with the *RayMan* software. Additionally a comparison was made with images and SVFs from other studies. The result obtained with the assembly of the images from the method presented proved to be satisfactory for use in studies requiring fish eye images with viewing angle of 180 degrees. The program *Rayman* enables the calculation of the SVF quickly and reliably, as occurred in comparison with other studies. This article hopes to facilitate the work of researchers who will find the same difficulties.

Keywords: sky view factor, fisheye picture, *RayMan*.

## 1. INTRODUÇÃO

A geometria dos denominados cânions urbanos influi, diretamente, no controle da temperatura das superfícies urbanas ao reter a radiação de onda longa em suas estruturas. Este efeito é considerado a principal causa da ilha de calor urbana (CHAPMAN; THORNES; BRADLEY, 2001; MOIN; TSUTSUMI, 2004; CHAPMAN *et al.*, 2007). Embora parâmetros como o calor liberado pelas ações antropogênicas e as propriedades térmicas dos materiais estejam relacionados com a intensidade da ilha de calor noturna ( $\Delta T_{u-r}$ ), simulações realizadas por Oke<sup>1</sup> (1981) e Oke *et al.*<sup>2</sup> (1991) apontam que a geometria urbana pode, isoladamente, produzir uma  $\Delta T_{u-r}$  de 5 a 7°C (CHAPMAN; THORNES; BRADLEY, 2001; SVENSSON, 2004). Durante o dia, a forma do cânion urbano interfere na radiação solar direta, estando esta relacionada ao estresse térmico diurno.

Uma forma de medir a influência da geometria urbana é por meio do fator de visão do céu (FVC). O fator de visão do céu, representado pelo símbolo  $\Psi_s$ , é a razão entre a porção de céu visível visto de um determinado ponto e o céu potencialmente disponível a partir deste ponto (CHAPMAN *et al.*, 2007, p.56). Watson e Johnson<sup>3</sup> (1987, *apud* GRIMMOND *et al.*, 2001) consideram o FVC como a razão entre a radiação solar recebida (ou emitida) por uma superfície plana comparada com aquela recebida (ou emitida) por todo o entorno.

O valor do FVC varia de 0 (zero) até 1, sendo que o valor 1 corresponde a uma área sem qualquer obstáculo que se interponha entre o ponto escolhido e o céu. Representa uma obstrução à abóbada celeste, "qualquer edificação, elemento ou equipamento urbano, pertencente ao plano do observador posicionado na camada intra-urbana" (SOUZA; RODRIGUES; MENDES, 2003, p. 671).

O FVC é comumente utilizado em estudos de trocas de energia (CHAPMAN; THORNES, 2004, p. 730). Unger (2004) fornece uma revisão detalhada sobre a relação entre temperatura e FVC. Segundo Unger (2004, p. 254), em 1967, Parry<sup>4</sup> já relatava que espaços abertos e espaços fechados do meio urbano apresentavam diferença de temperaturas mínimas diárias. Para determinar o FVC, Parry utilizou figuras em forma de círculo similares a fotografias olho de peixe utilizadas atualmente para o cálculo desta variável.

Apesar deste fator ser uma simples parametrização, o cálculo para a sua obtenção tem sido um desafio para os climatologistas (CHAPMAN; THORNES, 2004, p. 730). Diferentes métodos têm sido apresentados para o cálculo de obtenção do FVC. Basicamente, o fator de visão do céu variável pode ser obtido por métodos analíticos ou métodos fotográficos.

## 2. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DO FATOR DE VISÃO DO CÉU

Inicialmente, pesquisas como a de Oke<sup>1</sup> (1981) e a de Johnson e Watson<sup>5</sup> (1984) basearam-se nos modelos geométricos de cânions urbanos, considerando-se a razão entre a altura e a largura do cânion (H/W) (SVENSSON, 2004). De acordo com Chapman e Thornes (2004, p. 730), os métodos desenvolvidos na década de 80, em geral, assumiam cânions com dimensões "ideais" (cânions simétricos de profundidade infinita), gerando resultados estimados.

Os métodos fotográficos utilizam uma lente convexa olho de peixe adaptada a uma câmera, a fim de projetar a abóbada celeste em uma imagem plana circular. Este método foi apresentado primeiro por Styen, na década de 80. No método proposto, as imagens impressas eram divididas em um gráfico de coordenadas polares, formado por 40 *annuli* (anéis) e o FVC era calculado para o ângulo azimute de cada *annulus* (STYEN *et al.*, 1986). Por ser basicamente manual, o trabalho demandava muito tempo para ser realizado (MOIN; TSUTSUMI, 2004, p. 83).

Segundo Bradley *et al.*<sup>6</sup> (2001, *apud* SVENSSON, 2004, p. 202), os métodos de obtenção do FVC por meio de fotos olho de peixe possuem a vantagem de uma visão em perspectiva (3D) em oposição aos métodos que consideram a relação H/W (2D) para expressar a geometria urbana. Menciona-se, também, a vantagem da possibilidade do cálculo do FVC em cânions assimétricos. Nesse sentido, é possível uma representação mais realística dos espaços abertos.

<sup>1</sup> OKE T.R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, v. 1 p. 237-254, 1981.

<sup>2</sup> OKE, T.R.; JOHNSON, G.T.; STEYN, D.G.; WATSON, I.D. Simulation of surface urban heat islands under 'ideal' conditions at night. Part 2: Diagnosis of causation. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 56, p. 339-358, 1991.

<sup>3</sup> WATSON I.D.; JOHNSON G.T. Graphical estimation of sky-view factors in urban environments. **Journal of Climatology**, v. 7, p. 193-197, 1987.

<sup>4</sup> PARRY M. The urban 'heat island'. **Proc 3rd Int Biometeorol Congress**, Pau, p. 616-624, 1967.

<sup>5</sup> JOHNSON, G.T. ; WATSON, I.D. The determination of view-factors in urban canyons. **Journal of Applied Climate and Meteorology**, v. 23. p. 329-335, 1984.

<sup>6</sup> BRADLEY, A. V.; THORNES, J. E.; CHAPMAN, L. A method to assess the variation of urban canyon geometry from sky view factor transects. **Atmos. Sci. Lett.** (Royal Meteorological Society), v. 2, p. 155-165, 2001.

A automação (parcial) destes métodos foi possível com o apoio de câmeras de vídeo, utilizada nos estudos de Barring *et al.*<sup>7</sup> (1985) e Steyn *et al.*<sup>8</sup> (1986) (*apud* CHAPMAN; THORNES, 2004, p. 730; *apud* GRIMMOND *et al.*, 2001, p. 904).

Com o surgimento de novas tecnologias, aprimoram-se as técnicas de obtenção. Chapman, Thornes e Bradley (2001) apresentaram uma técnica de obtenção do FVC totalmente automatizada utilizando imagens digitais, além de uma metodologia para determinar o impacto das superfícies geométricas nas radiações de onda curta. O programa desenvolvido pelo autor chama-se SKYVIEW, que por meio de um ponto inicial (DN) ocorre à contagem de "sky pixels" e "non-sky pixels".

Grimmond *et al.* (2001) compararam dois métodos de obtenção do FVC em um estudo realizado em Bloomington, IN, EUA. O primeiro método utiliza um LI-COR LAI-2000 *Plant Canopy Analyzer*, enquanto o outro método utiliza uma lente olho de peixe Nikon FC-E8 adaptada a uma câmera digital Nikon *CoolPix* 950. Os autores explicam que antes da comercialização das lentes olho de peixe para câmeras digitais em 1999, o LI-COR LAI-2000 *Plant Canopy Analyzer* (LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) era utilizado para medir o índice de área coberta por vegetação (índice de área foliar). LAI-2000 é um instrumento que, por meio de um sensor óptico olho de peixe, fornece dois parâmetros relacionados indiretamente; o DIFN, ou seja, a radiação difusa que penetra na camada urbana e o FVC. O segundo método mostrou-se mais eficiente, já que, apesar do LAI-2000 ser um método alternativo, este apresenta restrições em relação às condições de céu.

Assis, Lima, Santos (2003), por meio da combinação de dois *softwares* de produção gráfica, Autocad e MapInfo, obtiveram o FVC de uma área urbana da cidade de Belo Horizonte, Brasil. Por utilizar um grid polar para projeções equidistantes, este método elimina os cálculos matemáticos e dispensa o uso de softwares desenvolvidos especialmente para o cálculo do fator de visão do céu.

Moin e Tsutsumi (2004) em um estudo realizado em Okinawa, Japão, desenvolveram um programa de cálculo automático do FVC, por meio da análise de imagens fotográficas obtidas com lentes olho de peixe, chamado FIPS (*Fisheye Image Processing for calculation of SVF*). Neste estudo, os autores estudaram a relação entre diferentes FVC e a radiação de onda curta e, especialmente, a radiação de onda longa.

Correa *et al.* (2005) desenvolveram um software chamado PIXEL DE CIELO, testado para as condições climáticas da Argentina.

Com o desenvolvimento dos SIG, Sistemas de Informações Geográficas, cuja tecnologia permite "armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais e não espaciais (e eventualmente temporais)", é possível correlacionar informações, "possibilitando realizar análises rápidas e precisas" (SOUZA; RODRIGUES; MENDES, 2003, p. 670).

Segundo Brown, Grimmond e Ratti (2001), as bases de dados em 3d de alta resolução estão tornando-se acessíveis. A grande vantagem deste método é a possibilidade de predição de cenários futuros, facilitando a tomada de decisões.

Alguns pesquisadores desenvolveram uma extensão, 3DSkyView, que foi incorporada a um SIG por meio do *software* ArcView GIS e sua extensão 3DAnalyst, ambos da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), aplicando-os para o desenvolvimento dos algoritmos propostos. A problemática da "determinação angular dos pontos de obstrução em relação à posição do observador" na "projeção estereográfica ou a projeção ortográfica da abóbada celeste" é evitado ao descartar a utilização de "câmeras fotográficas ou equipamentos topográficos", desde que as bases de dados contenham as dimensões x, y e z (SOUZA; RODRIGUES; MENDES, 2003, 671).

Gál *et al.* (2007), em um estudo que avaliou a obtenção do FVC por meio de um sistema de base 3d comparado a um método de obtenção por fotografia utilizando o *software* BMSky-view, observaram que há diferenças nos resultados, provavelmente, pela presença de vegetação nos locais de medição. A desvantagem do SIG ignorar a presença de vegetação, também é apontada por Chapman (2007, p. 5).

Chapman e Thornes (2004) apresentaram uma técnica que permite o cálculo aproximado do FVC em tempo real. Para o estudo foram utilizados sistemas de GPS. A técnica pode ser melhorada com o aumento do número de satélites para a transmissão de informações.

Chapman *et al.* (2007) investigam o potencial de um protótipo térmico de uma câmera fotográfica com lente olho de peixe capaz de registrar as diferenças de temperatura entre as obstruções e o céu, calculando, assim, o FVC. A condição de céu limpo é uma das limitações deste protótipo para a medição do FVC.

<sup>7</sup> BÄRRING L.; MATSSON J.O.; LINDQVIST S. Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmö, Sweden. *Int J Climatol*, v. 5, p. 433-444, 1985.

<sup>8</sup> STEYN, D. G., HAY, J. D., WATSON, I. D., JOHNSON, G. T. The determination of sky-view factors in urban environments using video imagery. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, v. 3, p. 759-764, 1986.

Um agravante pouco mencionado é o alto custo de uma câmera apropriada e de uma lente olho de peixe, limitando o trabalho de pesquisadores. A câmera Nikon *Coolpix* é citada em diversos artigos relacionados ao FVC (BROWN; GRIMMOND; RATTI, 2001; MOIN; TSUTSUMI, 2004; CHAPMAN *et al.*, 2007; GÁL *et al.*, 2007). No entanto, a dificuldade de encontrá-la disponível para comercialização e seu custo, levaram a escolha pela câmera Nikon D-80. O custo deste equipamento é em torno de 100 % mais baixo do que as câmeras com o dispositivo *Full-Frame*, sistema que possibilita o registro completo de uma lente olho de peixe. Assim, este artigo apresenta uma alternativa para obtenção destas fotos e o cálculo do FVC em programa específico.

### 3. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar um método de edição de imagens para a obtenção de fotos olho de peixe utilizando-se uma câmera desprovida do sistema *Full Frame* (Nikon D-80 com lente *Sigma Fisheye* 8mm F-35), e, portanto, não usual para estas situações. O cálculo do fator de visão do céu foi feito a partir do programa *RayMan*, sendo também realizada uma comparação com imagens e índices FVC obtidos de outros estudos.

### 4. MÉTODO

O estudo está dividido em quatro etapas principais:

1. Obtenção das imagens com câmera fotográfica e lente olho de peixe;
2. Apresentação do método de edição de imagem para a obtenção de fotos olho de peixe;
3. Inserção das fotos olho de peixe no programa *RayMan* para o cálculo do FVC;
4. Comparação de imagens para verificação do *RayMan*.

#### 4.1. Obtenção das imagens

Para o trabalho pretendido, foram necessárias duas imagens captadas por uma lente 8mm. A primeira imagem foi obtida com a máquina voltada ao Norte, chamada de "Imagem 01", enquanto a segunda imagem, chamada de "Imagem 02", foi realizada com a máquina voltada ao Leste.

Para a obtenção das fotos, a câmera com a lente olho de peixe (juntamente com o parassol) foi acoplada em um tripé, e todo o conjunto posicionado com a lente da câmera virada para a abóbada celeste, e com o topo da câmera voltado para a direção norte (Figura 1–a). A lente da câmera deve estar paralela ao solo. Para isso, foi feito o nivelamento através de um nível simples de construção, mexendo-se nas regulagens do tripé (Figura 1–b).

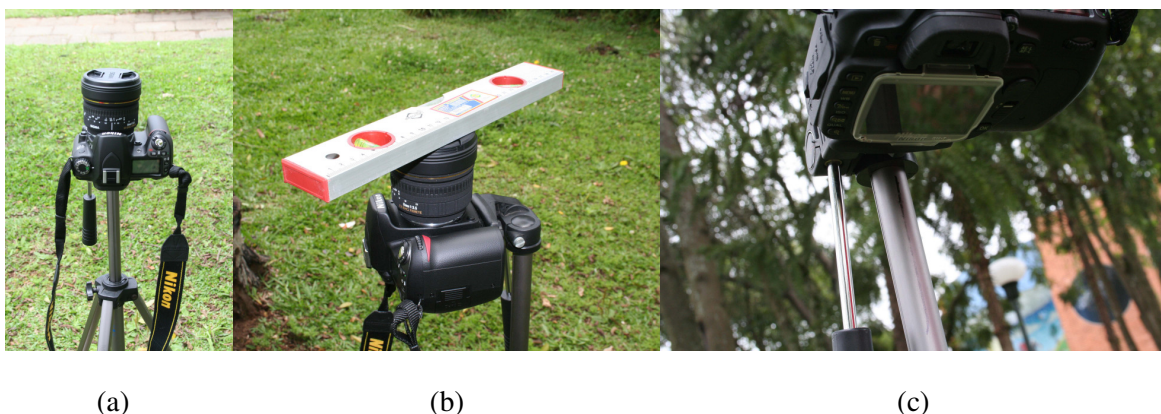


Figura 1—Preparação da câmera: a) posicionamento da câmera, b) nivelamento da lente e c) marcação no corpo do tripé.

No momento da obtenção da foto, foi necessário o posicionamento do fotógrafo abaixo da lente, de modo a evitar qualquer interferência na imagem. É aconselhável tirar mais de uma foto, por segurança. A câmera foi, então, girada em 90 graus (para garantir precisão no giro, foram feitas duas marcações no corpo do tripé, uma na posição inicial, e outra a 90 graus desta – Figura 1–c). Foi ajustado o nível da lente novamente e obtidas as fotos.

Para fazer a montagem das duas imagens e formar uma imagem completa, foi utilizado o programa de edição de imagem *Photoshop*.

## 4.2. Fusão de Imagens no programa de edição de imagens *Photoshop*

Esta etapa esta apresentada de maneira didática a fim de permitir uma melhor compreensão deste processo. Esta consiste em fundir as imagens obtidas com a máquina voltada para a direção Norte (Imagem 1) e Leste (Imagem 2) , objetivando-se uma única imagem final.

O processo de fusão de imagens foi realizado pelo programa *Photoshop*, porém pode ser repetido em qualquer software de edição de imagens. As particularidades de cada programa é que serão diferentes, no entanto o conceito se mantém.

Inicialmente, as duas imagens foram abertas no programa e a área de trabalho da "Imagem 01" aumentada, com a intenção de deixá-la no formato quadrado. No exemplo abaixo, a imagem que tinha a medida 1000x671px, passou a ter 1000x1000px. Para não distorcer a imagem, foi usado o comando *Image > Canvas Size* (Figura 2).

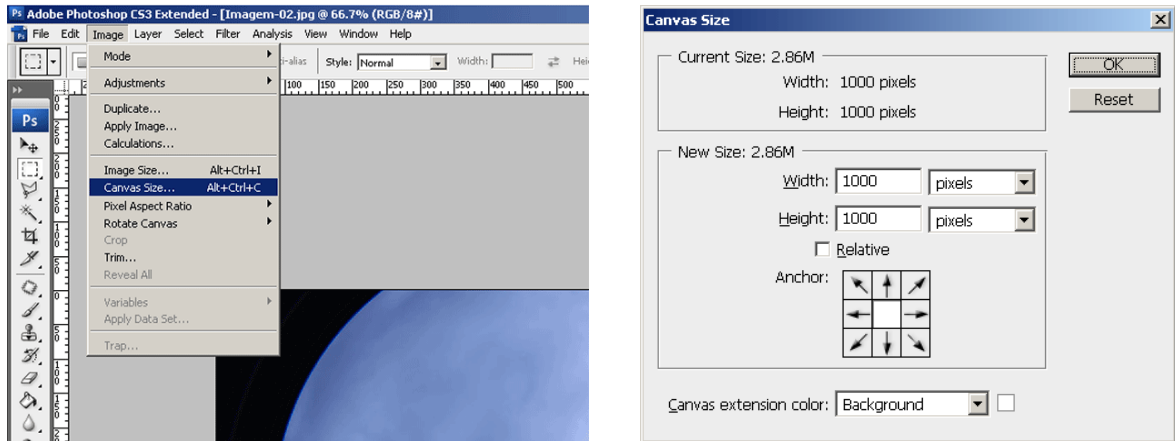


Figura 2 – Comando para deixar a imagem com formato quadrado e sem distorção.

Depois das imagens redimensionadas, a "Imagem 02" foi inserida no arquivo da "Imagem 01". No *Photoshop*, esse processo é realizado arrastando um *layer* (camada) de um arquivo para outro (se durante este processo, as teclas *Ctrl* e *Shift* estiverem sendo seguradas, a imagem arrastada fica na mesma posição que tinha no arquivo anterior, assim é desnecessário o alinhamento das imagens – Figura 3).

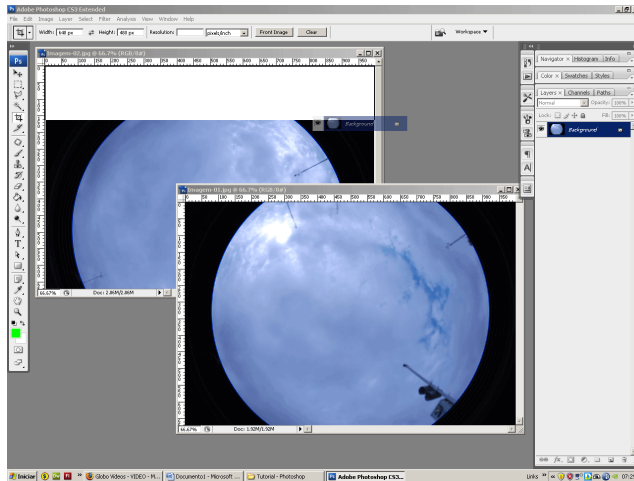


Figura 3 – Inserção da Imagem 2 no arquivo da Imagem 1

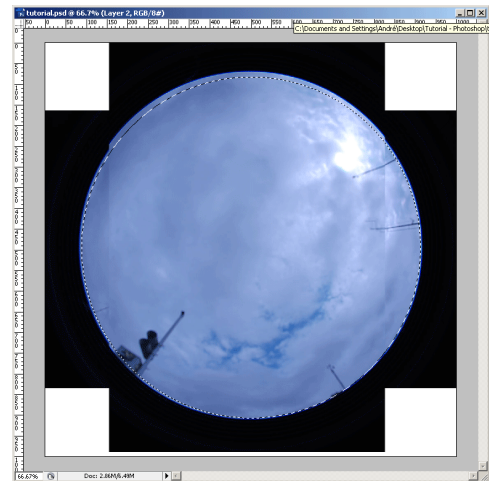


Figura 4 – Seleção da área de interesse

A imagem arrastada foi, então, rotacionada em 90° de forma a encaixá-la da melhor forma possível na imagem de baixo. Com o *layer* selecionado, foi escolhida a opção *Edit > Free Transform*. A próxima etapa foi a criação de um novo *layer* sem preenchimento. Nesta nova camada, foi feita uma seleção no formato de um círculo, tendo o cuidado desta seleção não conter nenhuma área escura criada pela abertura da máquina, preservando somente a área de interesse. Caso seja necessário fazer algum ajuste na seleção, recomenda-se utilizar o comando *Select > Transform Selection* (Figura 4).

Depois da seleção no formato desejado, foi feita a inversão da mesma (*Select > Inverse* ou *Ctrl+Shift+I*), com o objetivo de pintar esta seleção com alguma cor que contrastasse com a imagem de interesse, neste caso, a cor preta. Para isso, foi utilizada a ferramenta *Paint Bucket Tool* (Balde de Tinta).

Neste momento, havia no arquivo três camadas (*layers*):

A – A imagem original do arquivo.

B – A imagem arrastada com diferença de 90° para a anterior.

C – A camada de máscara pintada de preto que oculta as diferenças no formato circular obtidas pela câmera.

Assim, foi selecionada a segunda camada (com a imagem arrastada) e criado um *layer* de máscara sobre ela (Figura 5). Com o objetivo de ajustar alguma possível distorção, foi selecionada a ferramenta *Brush Tool* (Pincel) com um formato bem suave e relativamente grande em relação ao tamanho da imagem (clique com o botão direito para visualizar a configuração do formato). No exemplo, foi utilizado um diâmetro de 200px e 0% de “dureza” (*Hardness*) (Figura 6).

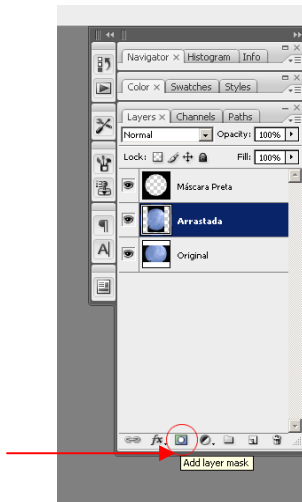


Figura 5 – Criação de *layer* de máscara sob a segunda camada

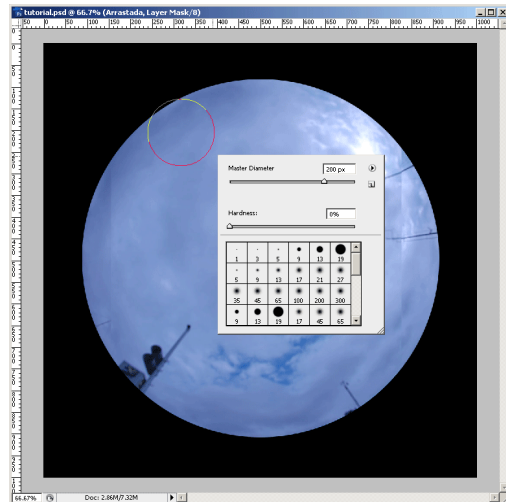


Figura 6 – Correção de alguma distorção.

Neste momento foi selecionada a máscara criada anteriormente e "pinceladas" as áreas de divergência entre as imagens. Lembrando que a máscara aceita somente tons de cinza: onde a máscara estiver pintada mais próximo do preto, menos aparecerá a imagem original, e quanto mais próximo do branco, mais esta aparecerá. (Figura 7). O trabalho continuou até a obtenção de ponto satisfatório entre a junção das duas imagens. O resultado aparece na Figura 8.

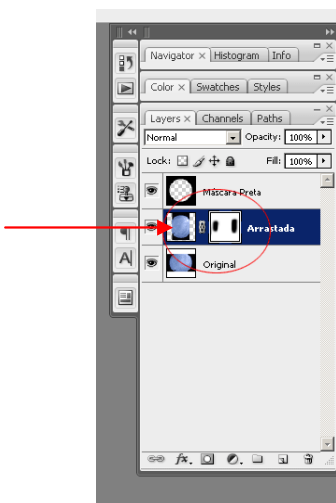


Figura 7 – Correção de alguma distorção.

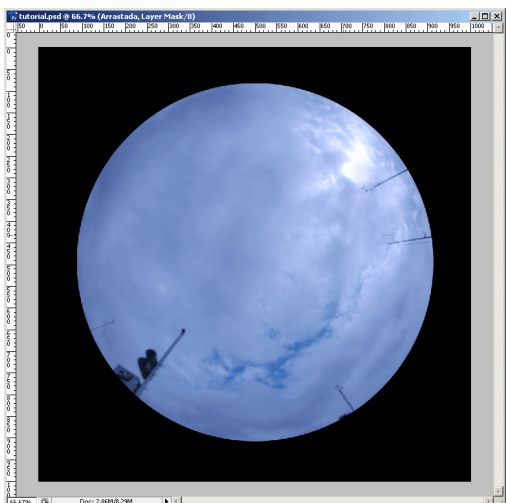


Figura 8 – Resultado final

### 4.3. Cálculo do FVC no programa RayMan

Uma maneira simples de obter o FVC é por intermédio do programa *RayMan*. O programa permite a obtenção da temperatura média radiante, parâmetro mais importante para a obtenção do balanço energético humano durante condições meteorológica providas de sol (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2007, p.323), além de índices como o *predicted mean vote* (PMV), *physiologically equivalent temperature* (PET) e *standard effective temperature* (SET). O modelo *RayMan*, por considerar as complexas estruturas urbanas, é

de grande utilidade para a climatologia e planejamento urbano. O modelo foi desenvolvido por Andréas Matzarakis e é de domínio público (<http://www.mif.uni-freiburg.de/RayMan>).

O programa possibilita que uma determinada localidade seja graficamente representada com a inserção de dados de implantação e dimensões das edificações e vegetação. Por meio deste sistema de dados gráficos, é possível a visualização de áreas sombreadas pelos obstáculos naturais e artificiais, além do cálculo do FVC. Outra alternativa para a obtenção do FVC é por meio da inserção de fotos olho de peixe. As imagens podem ser importadas e editadas no próprio *software*, já que no próprio *RayMan*, há ferramentas de desenho que possibilitam a seleção do céu, para depois ser possível o contraste de céu versus obstruções, e então efetivar o cálculo do FVC.

No entanto, de modo a facilitar e agilizar este processo, a imagem pode ser preparada no *Photoshop*, evitando a utilização das ferramentas de desenho do programa *RayMan*.

A imagem circular da foto olho de peixe deve estar perfeitamente encaixada no *grid* polar visualizado no *RayMan* (Figura 12). Assim, depois de aberta a foto no programa *Photoshop*, deve-se deixar somente a imagem que consta na circunferência, apagando o fundo da imagem. Para isso foi utilizada a ferramenta *Magic Tool Eraser* (borracha mágica) sob o fundo da imagem. Neste caso, a tolerância, ou seja, o limite de contraste da ferramenta foi de 1. De modo a completar esta ação, foram selecionados os seguintes comandos: *Image> Trim> Transparent Pixels > OK*.

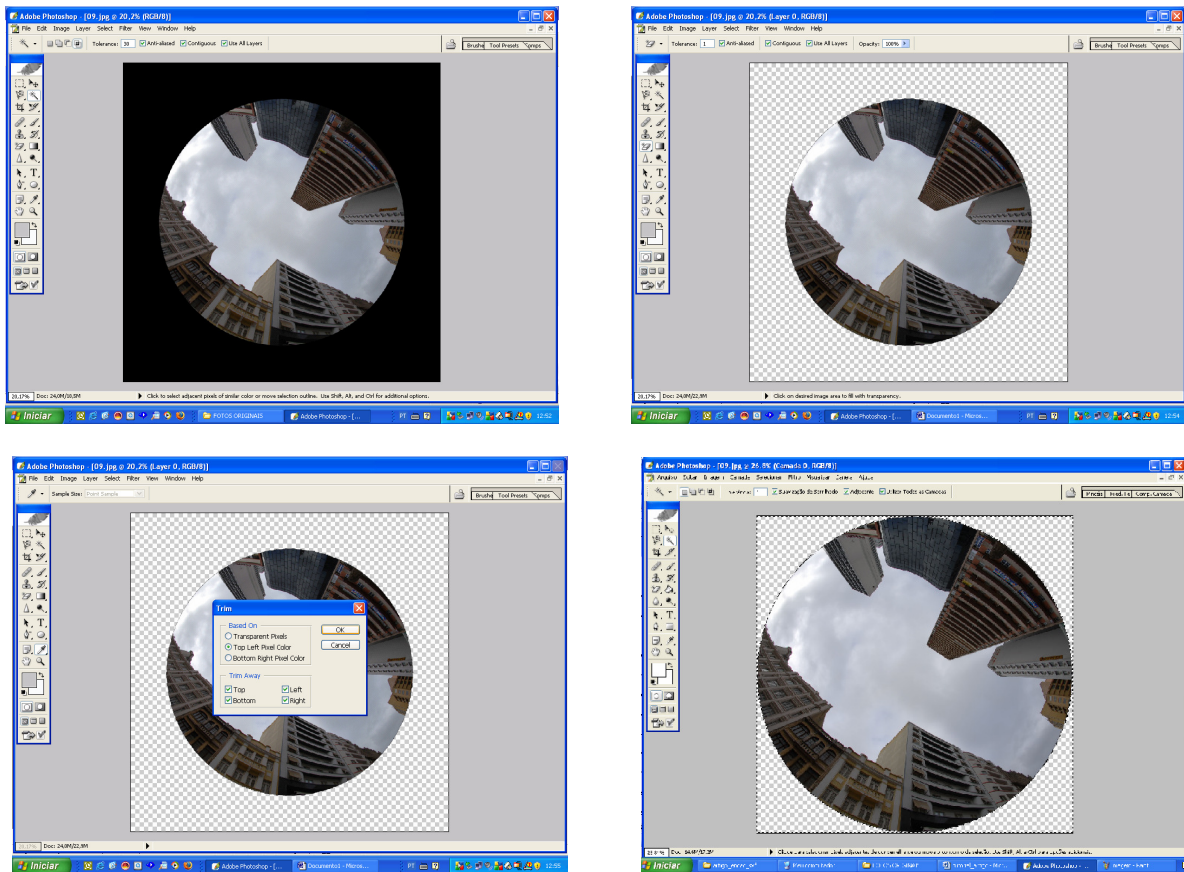


Figura 9 – Processo de recorte da imagem circular

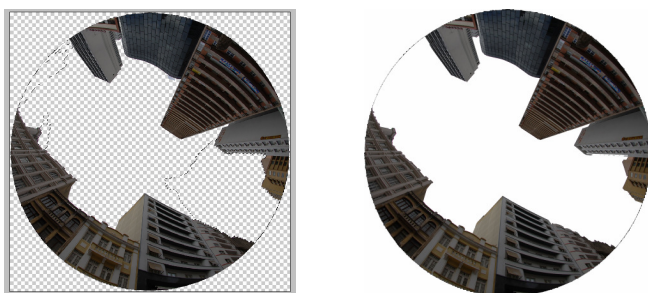


Figura 10 – Processo de recorte do céu

Nesta etapa fez-se a opção de retirar o céu, facilitando assim o processo de contraste no *software RayMan*. Para isso foi selecionada a opção *Magic Wand Tool* (varinha mágica) e, com a tecla *Ctrl*, foram selecionadas as partes que se desejava retirar. A tolerância para esta ferramenta no exemplo utilizado foi de 30. O resultado pode ser conferido na Figura 10.

A imagem foi salva em bitmap, formato necessário para ser importado pelo Rayman.

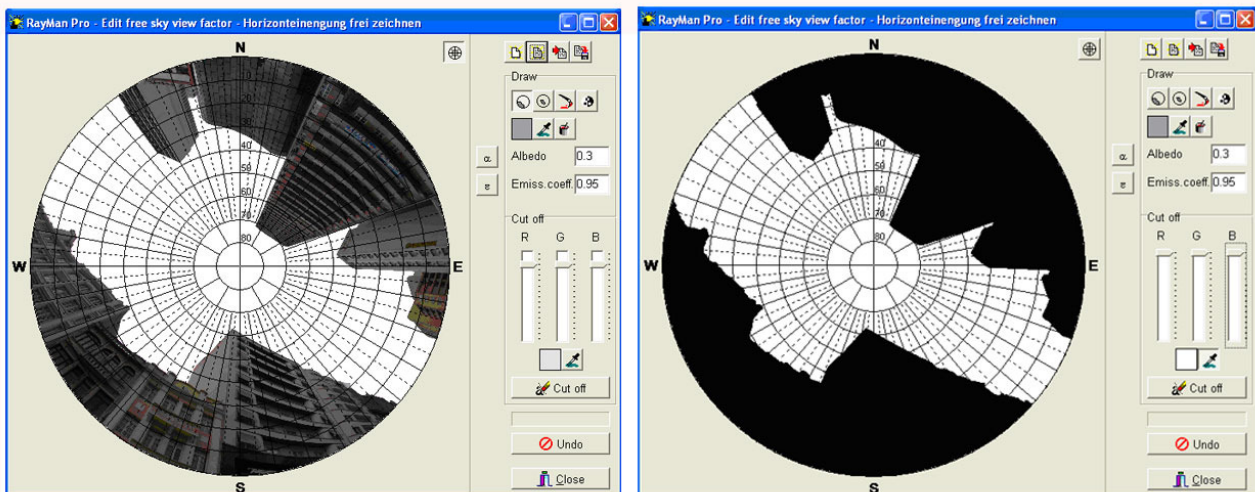


Figura 12 – Importação da imagem e contraste

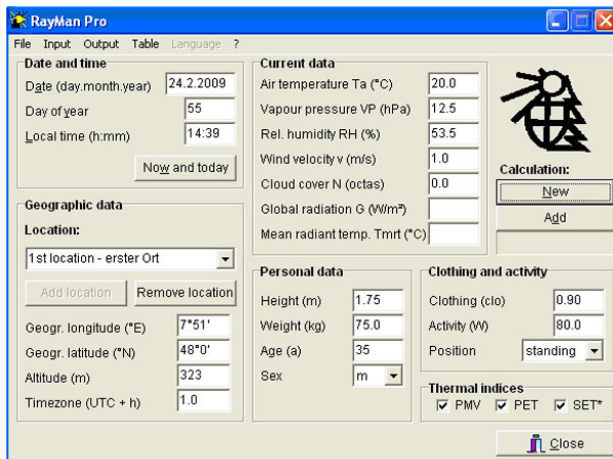


Figura 11– Visualização do programa RayMan

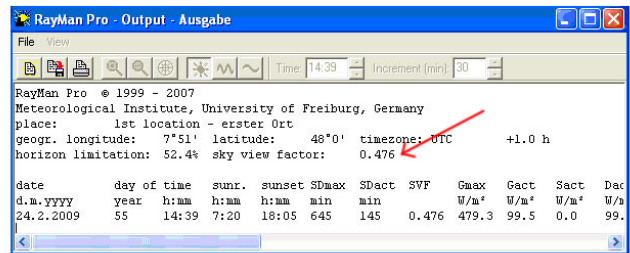


Figura 13: Cálculo do FVC na janela de saída de dados

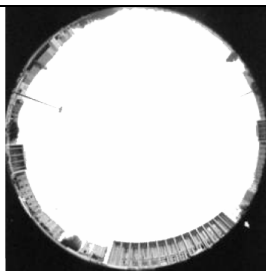

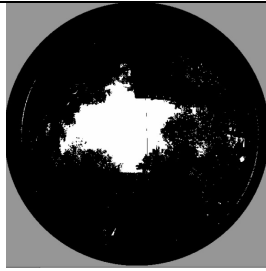
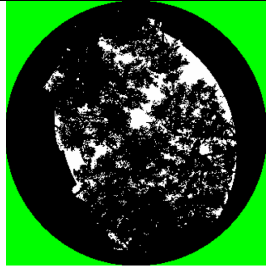

No programa *Rayman* (Figura 11), na barra de ferramentas Input, foi selecionada a função *Sky View Factor*. Com a ferramenta *Open Horizon Limitation*, é possível importar a imagem. Na área de trabalho, na janela *Draw*, foi selecionada a ferramenta *Monochrome*, que deixa as áreas de obstrução na cor preta (Figura 12). Desta forma, por meio de contraste branco e preto é possível o cálculo do FVC. Assim, na janela *Cut off* que lida com as propriedades das cores no sistema RGB, foram arrastadas estas três barras até o limite máximo, de modo a aparecer a cor branca no RGB selecionado. Depois de um clique em *Cut off* e em *Close*, é possível a visualização do FVC. A etapa do processo de recorte do céu no programa de edição elimina etapas no *Rayman* e facilita o processo. Para finalizar, bastou clicar em *New* localizado na janela *Calculation*. É aberta uma janela com o resultado (Figura 13).

## 5. COMPARAÇÃO COM OUTROS ESTUDOS

Com o objetivo de verificar a correta utilização do programa e comparando resultados do mesmo em relação a outros meios de obtenção do FVC, foram selecionadas algumas imagens de artigos referentes ao fator de visão do céu, conforme Tabela 1.



Tabela 1 - Comparação de FVC's

Autor / Ano	Software utilizado pelo artigo	Imagem olho de peixe	FVC artigo	FVC RayMan	Diferença FVC
ALCOFORADO <i>et al.</i> (2005)	<i>RayMan</i>		0,82	0,843	2%
ALCOFORADO <i>et al.</i> (2005)	<i>RayMan</i>		0,13	0,166	4%
CÓRICA ; PATTINI (2007)	<i>PIXEL DE CIELO</i>		0,28	0,129	15%
CORREA <i>et al.</i> (2005)	<i>PIXEL DE CIELO</i>		0,18	0,098	8%
GULYÁS <i>et al.</i> (2003)	<i>RayMan</i>		0,431	0,427	0,4%

Os estudos que também utilizaram o programa *Rayman* como o de Alcoforado *et al.* (2005) realizado em Portugal e Gulyás *et al.* (2003) na Hungria, apresentaram resultados similares, confirmando a correta utilização do software. Já as pesquisas com o programa *PIXEL DE CIELO* utilizado nas pesquisas de Córlica e Pattini (2007) e Correa *et al.* (2005) mostram uma pequena diferença nos resultados obtidos, talvez pela vegetação aparente. No entanto, esta diferença é insignificante.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a fatores adversos como a dificuldade de encontrar uma câmera apropriada e o alto custo desta, houve necessidade de desenvolver uma forma alternativa para a obtenção das fotos olho de peixe em programa de edição de imagem. O resultado obtido com a montagem das imagens a partir da metodologia apresentada mostrou-se satisfatória para aplicação em estudos que necessitem de imagens olho de peixe (circular) com ângulo de visão de 180 graus.

O software *RayMan*, além da vantagem de ser de domínio público, possibilita o cálculo do fator de visão do céu de forma rápida e confiável, como se verificou na comparação com outros estudos. Embora a imagem apresentada como exemplo para obtenção do FVC tenha sido de um cânion urbano, na ausência de vegetação, o mesmo processo de utilização do contraste (sistema RGB no *RayMan*) pode ser realizado com êxito na presença de vegetação. Nesse caso, o software definirá como espaço branco (abóbada livre) os intervalos entre as folhas. Assim, este artigo espera facilitar o trabalho de pesquisadores que venham a encontrar estas mesmas dificuldades.

Os diferentes métodos de obtenção do fator de visão do céu apresentados, demonstram que a tecnologia tem sido uma aliada dos pesquisadores em busca de aprimorar a técnica para o cálculo do FVC diante da importância do fator de visão do céu para o entendimento das alterações ocorridas no microclima e mitigação destas.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO, M.J.; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 1-83, 2005
- ASSIS, E. S.; LIMA, H. G.; SANTOS, I. G. A graphical method for the sky view factor calculation in the urban heat island studies. In: Conference on Passive and Low Energy Architecture, 20., 2003, Santiago. **Proceedings...**Santiago: PLEA, 2003.
- BROWN M.; GRIMMOND S.; RATTI C. Comparison of Methodologies for Computing Sky View Factor in Urban Environments. In: International Symposium on Environmental Hydraulics, 2001, Tempe, AZ, EUA. **Proceedings...**Tempe, AZ: ISEH / IAHR, 2001. Disponível em: <[http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2001\\_Brown\\_Grimmond\\_Ratti\\_ISEH.pdf](http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2001_Brown_Grimmond_Ratti_ISEH.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2009.
- CHAPMAN, L. Towards a tree-view factor. Why do urban climatologists dislike trees? **IAUC Newsletter**, v. 25, p. 4-6, 2007.
- CHAPMAN, L.; THORNES, J. E. Real-time sky-view factor calculation and approximation. **J. Atmos. Oceanic. Technol.** v. 21, n. 5, p. 730-742, 2004.
- CHAPMAN, L.; THORNES, J. E.; BRADLEY, A.V. Rapid determination of canyon geometry parameters for use surface radiation budgets. **Theoretical Appl. Climatol.**, v. 69, n. 1/ 2, p. 81-89, 2001.
- CHAPMAN, L.; THORNES, J. E.; MULLER, J. P.; MCMULDROCH, S. Potential applications of thermal fisheye imagery in urban environments *Geoscience and Remote Sensing Letters*. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v.4, n. 1, p. 56-59, 2007.
- CÓRICA, M. L.; PATTINI, A. Estudio del potencial de la luz natural en recintos urbanos de alta y baja densidad insertos em la ciudad oasis de Mendoza. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v.11, p. 73-79, 2007.
- CORREA, E. N.; PATTINI, A.; CÓRICA, M. L.; FORNÉS, M.; LESINO, G. Evaluación del factor de visión de cielo a partir del procesamiento digital de imágenes hemisféricas. Influencia de la configuración del canón urbano en la disponibilidad del recurso solar. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v.9, p. 43-48, 2005.
- GÁL, T.; RZEPA, M.; GROMEK, B.; UNGER, J. Comparison between sky view factor values computed by two different methods in an urban environment. **ACTA CLIMATOLOGICA ET CHOROLOGICA** , p. 17-26, 2004.
- GRIMMOND, C.S.B.; POTTER, S. K.; ZUTTER, H. N.; SOUCH, C. Rapid methods to estimate sky-view factors applied to urban areas. **Int. J. Climatol.** , v. 21,n. 7, p. 903-913, 2001.
- GULYÁS Á.; UNGER J.; BALÁZS B.; MATZARAKIS A. Analysis of the bioclimatic conditions within different surface structures in a medium-sized city (Szeged, Hungary). **Acta Climatologica Univ Szegediensis**, p. 37-44 , 2003.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. **Int J Biometeorol** . v. 51,p. 323-334, 2007.
- MOIN U. M.; TSUTSUMI J. Rapid Estimation of Sky View Factor and Its Application to Human Environment. **Journal of the Human-Environment System**, v. 7, n. 2, p. 83-87, 2004.
- OKE, T.R.; JOHNSON, G.T.; STEYN, D.G.; WATSON, I.D. Simulation of surface urban heat islands under 'ideal' conditions at night. Part 2: Diagnosis of causation. **Boundary- Layer Meteorology**, v. 56, p. 339-358, 1991.
- SOUZA, L. C. L. ; RODRIGUES, D. S. ; MENDES, J. F. G. Expandindo um SIG-D para aplicação em conforto ambiental em nível urbano. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações, 2003, Curitiba. **Anais...**Curitiba: ANTAC, 2003. p. 669-676.
- STEYN, D. G., HAY, J. D., WATSON, I. D., JOHNSON, G. T. The determination of sky-view factors in urban environments using video imagery. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v. 3, p. 759-764, 1986.
- SVENSSON M. K. Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. **Meteorol. Appl.**, v. 11, p. 201–211, 2004.
- UNGER, J. Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach. **Clim Res** , v. 27, p. 253–264, 2004.

## 8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (Projeto Universal 474358/2007-0, Universal 2007 FaixaB) e a CAPES pela concessão das bolsas de Mestrado.