



# MÉTODO DE DISTRIBUIÇÃO DE LÂMPADAS EM COLMÉIA PARA O PROJETO DE REATORES FOTOQUÍMICOS

Clóvis Eduardo Godoy Ilha – Major QEM  
Engenheiro Químico, MSc - Doutor em Química Analítica.

## Resumo

*O trabalho apresenta um método de distribuição de lâmpadas, desenvolvido pelo autor para o projeto de reatores fotoquímicos em escala comercial. Para isso, utilizou-se os resultados obtidos na decomposição fotoquímica de uma solução contendo 12,5 µmol/L do pigmento Permanente Laca Vermelho LC-BR, por meio de reação foto-Fenton. Esses resultados foram colhidos por espectrometria UV-Vis e com o uso de um reator dotado de uma lâmpada UV-VIS longitudinal, emitindo em 254 nm.. Em seguida, mostra-se o desenvolvimento do método de distribuição de lâmpadas em colméia, que insere cada fonte de luz num hexágono, permitindo a homogeneização da luminosidade dentro do meio reacional.*

## 1. Introdução

Os reatores são a parte mais importante de uma planta industrial química. O projeto desses equipamentos depende de dados obtidos em laboratório, no estudo de reações químicas. Estas ocorrem independentemente das dimensões do reator utilizado; contudo, a sua velocidade e rendimento sofrem influências de processos físicos, tais como as transferências de massa e calor, que são controladas pelo tamanho e estrutura do meio reacional (Perry et al., 1984).

O aumento de escala é uma etapa crítica do projeto de um reator comercial. Ela terá maiores chances de sucesso se forem mantidas as mesmas condições operacionais dos experimentos no laboratório (Smith, 1981).

Uma das técnicas desenvolvidas para o aumento de escala de reatores baseia-se na premissa de que os grupos adimensionais, derivados da aplicação das leis de conservação de massa, momento e energia, são válidos para sistemas reacionais de diferentes dimensões e estruturas. A confiabilidade desse método limita-se a sistemas relativamente simples, tais como em reações homogêneas de primeira ordem (Perry et al., 1984).

Há determinados processos oxidativos avançados (POA) que podem ser classificados como reações homogêneas de primeira ordem, tais como as reações foto-Fenton e o sistema H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

A característica comum a quase todos os POAs é a geração de radicais hidroxila, altamente reativos e não seletivos (Litter, 1999). Esses radicais têm um potencial oxidativo de 2,8 V (Kurbus *et al.*, 2003), inferior apenas ao do íon fluoreto (3,0 V), e atacam as moléculas orgânicas promovendo a sua mineralização.

As reações podem ocorrer sob efeito da luz solar ou com o uso de um reator fotoquímico. Este, por sua vez, pode ser entendido como um recipiente dotado de uma ou mais fontes de irradiação de luz, a qual age diretamente sobre determinadas reações químicas que ocorrem no interior do reator.

Em trabalho anterior (Ilha, 2004), o autor pesquisou a aplicação da reação foto-Fenton no tratamento de águas residuárias contaminadas por quatro pigmentos monoazóicos. Esses compostos apresentam isomeria geométrica e tautomerismo, possuindo grande estabilidade química.

Verificou-se que a estrutura molecular dos poluentes influencia fortemente a eficiência do tratamento empregado em sua degradação. Essa eficiência depende, também de parâmetros operacionais, tais como as razões molares entre os reagentes e os pigmentos, o pH, a temperatura, agitação e intensidade da luz, dentre outros. Verificou-se, também, que, em reações foto-Fenton, o íon férrico pode ser utilizado sucessivamente, sem grandes prejuízos em sua ação foto-catalítica.

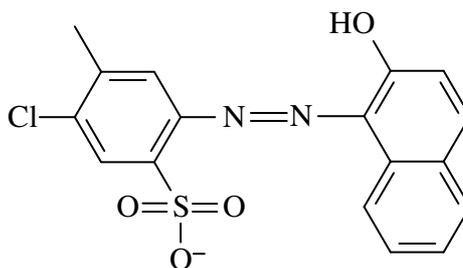
A iluminação do meio reacional tem grande importância para o rendimento das reações fotoquímicas. Os reatores atualmente utilizados para fins comerciais utilizam uma lâmpada de grande potência colocada no seu centro, ou um conjunto de lâmpadas de potência menor dispostas ao longo de sua parede interna. Em ambos os casos, há uma tendência de criação de gradientes de iluminação no interior do reator. Este trabalho irá apresentar um modelo de distribuição de lâmpadas que busca uma iluminação mais homogênea do meio reacional, reduzindo esses gradientes.

Um reator contendo um grande número de lâmpadas poderá ser utilizado para o tratamento de efluentes em escala industrial. Há inúmeras aplicações para esse equipamento, tais como, por exemplo, na descontaminação de efluentes líquidos contendo resíduos de substâncias orgânicas, tais como agrotóxicos, corantes, agentes de guerra química, explosivos, combustíveis, dentre outros.

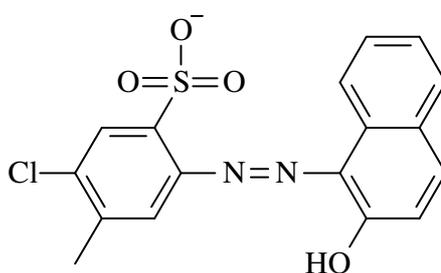
## **2. Materiais e métodos**

O trabalho utilizou o pigmento Permanente Laca Vermelho LC-BR, também conhecido como Red 53:1, fabricado pela Clariant S/A. e que sendo usado extensivamente desde a década de 1940 em tintas de impressão, papéis revestidos, lápis

de cor, borracha, esmaltes, batons, pastas de dente, etc. Duas unidades básicas desse pigmento monoazóico ligam-se a um átomo de bário.



Ba<sup>+2</sup>



**Figura 1. Pigmento Red 53:1**

Foram utilizados os seguintes reagentes:

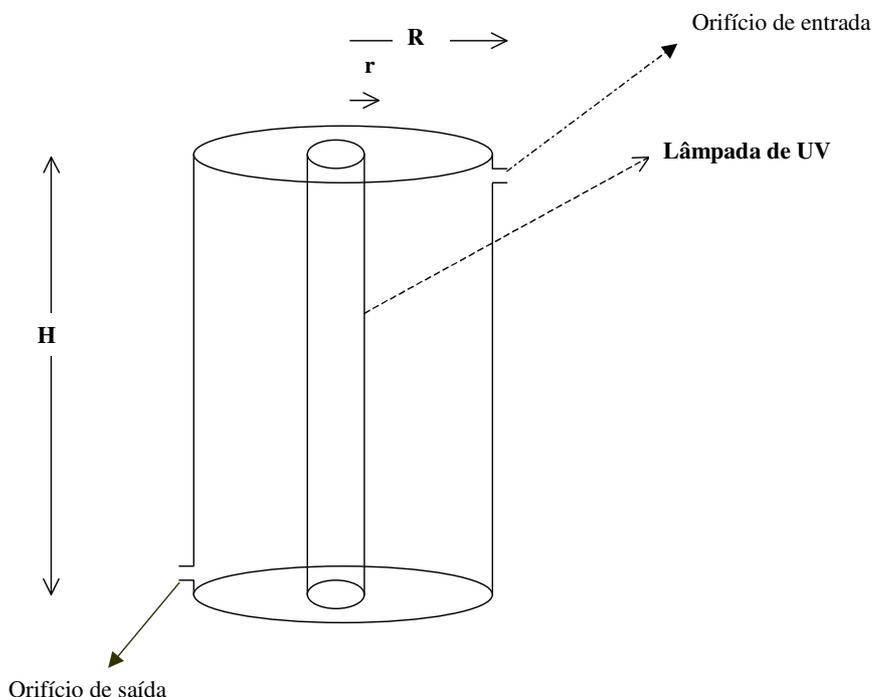
- Cloreto férrico PA (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), marca Química Moderna Ltda;
- Peróxido de hidrogênio PA (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) com dosagem mínima 30%, marca VETEC;
- Ácido clorídrico PA; e
- Péróxido de hidrogênio (30%);

Os equipamentos utilizados foram :

- Espectrofotômetro GBC UV/Vis 911 A;
- Espectrofotômetro Beckman DU 650;
- Balança analítica Mettler AE-200;
- Medidor de pH Digimed DMPH-2; e
- 01 (um) Foto-reator.

Utilizou-se um foto-reator tubular, feito de aço carbono, com capacidade para 12 litros, com altura de 39 cm e diâmetro interno de 20,1 cm, dotado de uma lâmpada, disposta longitudinalmente no centro do reator, com 15 W de potência, 3,3 cm de

diâmetro, emitindo luz UV numa faixa centrada em 254 nm. A Figura 2 apresenta o diagrama esquemático do reator utilizado.



**Figura 2 – Diagrama esquemático do reator fotoquímico**

A determinação das concentrações do pigmento ao longo do tempo de reação foi realizada com o uso dos espectrômetros UV/Vis, baseando-se nas medidas dos picos da absorção na região do visível. Esses picos devem-se a transições do tipo  $n \rightarrow \pi^*$  das ligações  $Ar-N=N-Ar'$  e a quebra dessas ligações provoca a diminuição da intensidade da cor da solução. No pigmento Red 53:1, essa absorção ocorre em 495 nm.

Também monitorou-se a banda em torno de 300 nm, que contém indicações sobre a transição  $\pi \rightarrow \pi^*$  dos anéis naftaleno (Feng *et al.*, 2000; Park e Choi, 2003).

Os experimentos utilizaram com soluções de 12,5  $\mu\text{mol/L}$  de pigmento Red 53:1, 3 mmol/L de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 50  $\mu\text{mol/L}$  de  $\text{FeCl}_3$ , com pH igual a 3,0 e a uma temperatura de 25° C, sem agitação no meio reacional.

### **3. Resultados e discussão**

A Tabela 1 foi obtida a partir da irradiação de 03 (três) litros de solução do pigmento, com o pH 3,0 e contida no reator de 12 litros.

**Tabela 1 – Evolução da degradação do pigmento ao longo do tempo empregando reação foto-Fenton.**

Tempo (minutos)	Abs (t=t) / Abs (t=0)		
	495 nm	300 nm	Área entre 400 e 550 nm
0	1,000	1,000	1,000
5	0,534	0,829	0,593
10	0,291	0,609	0,320
15	0,166	0,470	0,183
20	0,100	0,323	0,107
25	0,073	0,317	0,071
30	0,073	0,267	0,072
35	0,031	0,174	0,027
40	0,019	0,168	0,018
45	0,012	0,150	0,012
50	0,013	0,107	0,012
55	0,004	0,059	0,006
60	0,000	0,000	0,000

Pode-se verificar que:

1) A queda relativa de absorção ao longo do tempo é praticamente igual para 495 nm e para a área entre 400 e 550 nm. Pode-se concluir, desse modo, que a cor do pigmento deve-se à ligação azo. Na quebra desse ligação, não se formam intermediários que absorvam na região do visível.

2) A queda em  $\lambda=300$  nm, correspondente ao anel naftalênico, é mais lenta que para  $\lambda=495$ nm. Isso sugere que a ligação azo é rompida preferencialmente pelos radicais hidroxila, com a formação de intermediários naftalênicos e benzênicos, que vão se degradando mais lentamente.

3) Após 60 minutos, a absorção em 300 nm; 495 nm e na região entre 400 e 550 nm chega a zero. Isso mostra que a reação é eficiente para a degradação da ligação azo e do anel naftalênico.

Os resultados mostram que a reação foto-Fenton é eficiente para a degradação do pigmento Red 53:1 e que o dispositivo utilizado pode ser utilizado para o desenvolvimento de reatores fotoquímicos de maior capacidade volumétrica.

### **3. Reatores fotoquímicos com lâmpadas distribuídas em colméia**

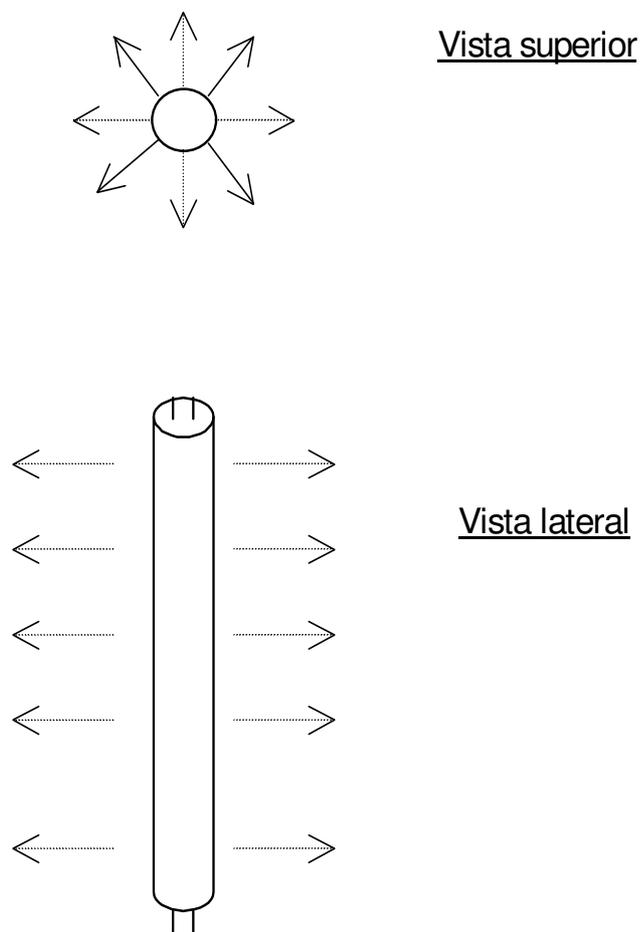
Sabe-se que a eficiência de uma reação fotoquímica depende do volume reacional exposto à irradiação. Pode-se aumentar esse volume utilizando-se uma lâmpada mais potente. Contudo, pela Lei de Beer tem-se que a potência de um feixe de

radiação decresce de maneira logarítmica com o aumento da distância por ele percorrida e depende do coeficiente de absorção molar da solução irradiada.

Assim, um aumento de potência da lâmpada nem sempre será compensatório, principalmente se o ambiente reacional for muito turvo.

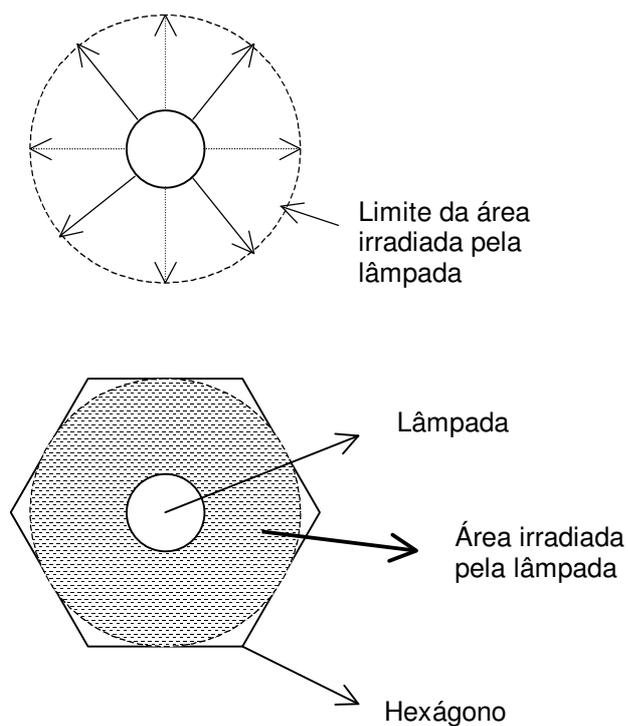
Um outro modo de se aumentar o volume irradiado é pela distribuição de um conjunto de lâmpadas dentro do reator. A seguir, este autor desenvolve um método de arranjo de lâmpadas que denominou de “distribuição em colméia”. Mesmo após pesquisar um grande número de artigos publicados, o autor não encontrou na literatura nenhuma referência contendo uma distribuição similar.

A Figura 3 mostra as vistas superior e lateral dos feixes de radiação emitida por uma lâmpada ultravioleta. Verifica-se que ela tem um formato tubular e que irradia em todas as direções.



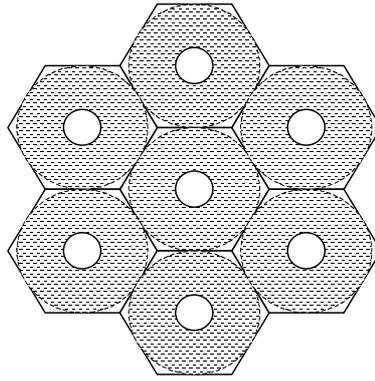
**Figura 3. Vistas superior e lateral dos feixes de emissão da lâmpada UV**

Ao colocar-se uma lâmpada em posição ortogonal em relação a um plano, obtém-se a situação representada Figura 4, em que a área do corte da lâmpada por esse plano somada com a região iluminada por ela são representadas por um círculo. Este, por sua vez, pode ser inscrito num hexágono, figura geométrica que será usada como instrumento para dimensionar um reator fotoquímico comercial, servindo, ainda, para avaliar o número de lâmpadas a serem utilizadas.

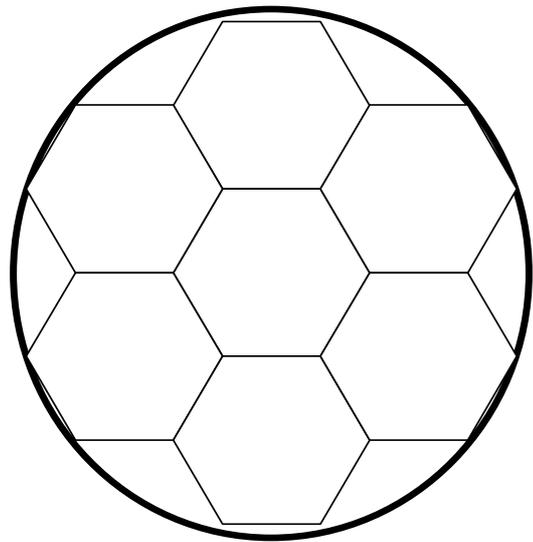


**Figura 4. Vista superior da lâmpada, da área irradiada e do hexágono que a circunscreve**

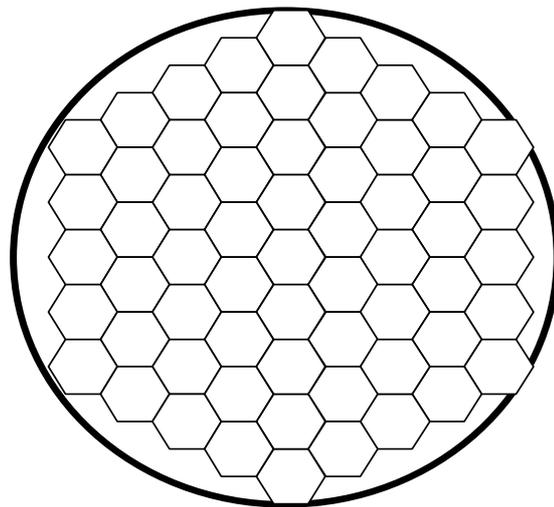
A Figura 5 mostra a vista superior da área no plano irradiado por um agrupamento de sete lâmpadas. Observa-se o ajuste dessas áreas dentro do conjunto de sete hexágonos encaixados entre si, numa conformação semelhante à de uma colméia. A Figura 6 apresenta duas representações da base de um reator circular contendo 7 e 61 lâmpadas, respectivamente, distribuídas em colméia.



**Figura 5. Vista superior da área irradiada por um grupamento de sete lâmpadas**



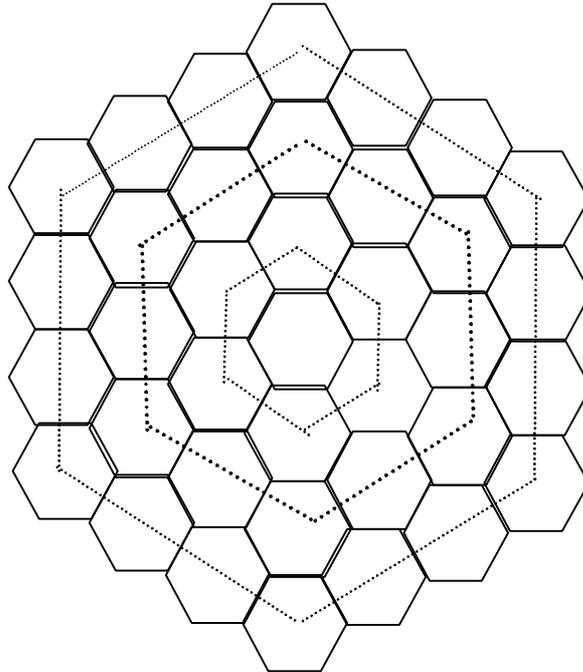
(a)



(b)

**Figura 6. Distribuição em colméia para (a) 7 lâmpadas; e (b) 61 lâmpadas.**

O cálculo da quantidade de lâmpadas que podem ser distribuídas dentro de um reator exige que se saiba o número de hexágonos que podem ser inscritos num círculo. Uma observação na Figura 7 auxilia a tarefa de calcular esse número. Ela mostra que os grupamentos de hexágonos formam camadas sucessivas a partir de um hexágono central.



**Figura 7. Distribuição de hexágonos em camadas sucessivas**

A primeira camada de hexágonos em torno do hexágono central apresenta seis elementos. Ao unir o centro desses elementos, obtém-se uma figura também hexagonal. A face externa da segunda camada vai ter doze hexágonos, que também formam uma figura hexagonal; e o mesmo acontece com a face externa da terceira camada, com dezoito hexágonos.

Chega-se, então, a uma seqüência, onde as sucessivas camadas a partir do centro vão apresentar um número de hexágonos ( $n$ ) na sua face externa tal que:

$$n = 6 \times c, \text{ onde } c \text{ é o número da camada a partir do elemento central.}$$

O número de hexágonos que vão estar inscritos numa camada  $n$ , será igual à soma dos hexágonos da face externa com os da face interna.

Por exemplo, um conjunto de hexágonos formando duas camadas apresenta um elemento central; mais seis elementos na primeira camada e outros doze na segunda, somando, assim 19 elementos. Já um conjunto formando três camadas vai ter esses 19

elementos somados ao número de hexágonos da sua face externa, que será igual a 18 (= 3x6), totalizando 37 hexágonos, e assim por diante.

Para um conjunto de lâmpadas distribuídas em colméia, deve-se calcular a diferença entre a área do círculo que circunscreve esse conjunto e a soma das áreas dos círculos que representam as regiões iluminadas pelas lâmpadas. A figura 8 ilustra essa situação com um grupamento de 7 lâmpadas.

Considerando que as sete lâmpadas são iguais, têm um formato tubular cujo raio da base é igual a  $r'$ , tem-se que a área total irradiada ( $A_{Irrad}$ ) por esse grupamento será igual a

$$A_{Irrad} = 7 \times \pi \times (r^2 - r'^2),$$

onde  $r$  representa o círculo contendo a projeção planar de cada lâmpada e a área irradiada por ela.

O círculo que circunscreve o grupamento de 7 lâmpadas tem raio ( $R$ ) igual a

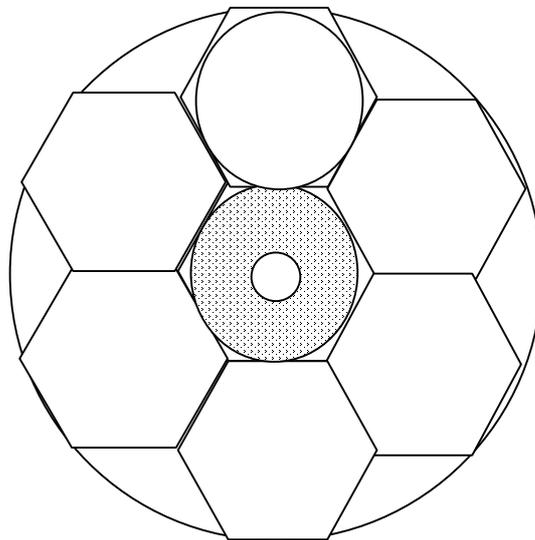
$$R = 3 \times r; \text{ e}$$

A área igual a:

$$A_{Circ} = \pi \times R^2 = 9 \times \pi \times r^2$$

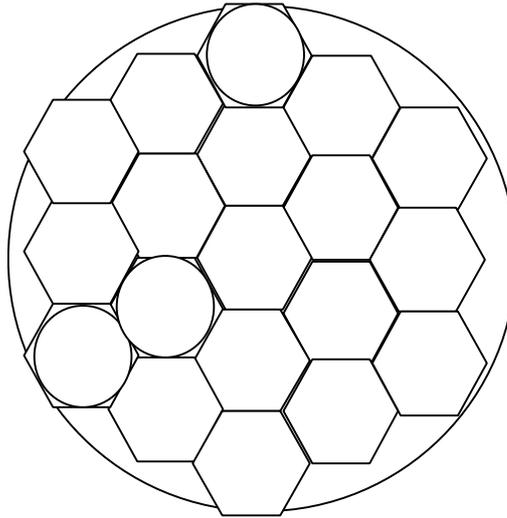
Daí, a diferença entre as áreas do círculo que circunscreve as sete lâmpadas e a área irradiada por elas será igual a:

$$Dif = A_{Circ} - A_{Irrad} = 2\pi r^2 - 7\pi r'^2$$



**Figura 8. Círculo circunscrevendo um conjunto de 7 lâmpadas distribuídas em colméia e a representação da área iluminada pela lâmpada central**

Para um conjunto de 19 lâmpadas, distribuídas em colméia com 2 camadas de hexágonos, tem-se a situação representada na Figura 9.



**Figura 9. Círculo circunscrevendo um conjunto de 19 lâmpadas distribuídas em colméia**

Nesse caso, o círculo que circunscribe o grupamento das 19 lâmpadas vai ter raio (R) igual a

$$R = 5 \times r; \text{ e}$$

A área igual a:

$$A_{\text{Circ}} = \pi \times R^2 = 25 \times \pi \times r^2$$

A área total irradiada ( $A_{\text{Irrad}}$ ) pelas lâmpadas será:

$$A_{\text{Irrad}} = 19 \times \pi \times (r^2 - r'^2);$$

e a diferença:

$$\text{Dif} = 6\pi r^2 - 19\pi r'^2$$

Do mesmo modo, para um conjunto com 37 lâmpadas ( 3 camadas de hexágonos) :

$$A_{\text{Circ}} = \pi \times R^2 = 49 \times \pi \times r^2;$$

$$A_{\text{Irrad}} = 37 \times \pi \times (r^2 - r'^2); \text{ e}$$

$$\text{Dif} = 12 \pi r^2 - 37\pi r'^2.$$

Prolongando-se os cálculos, chega-se aos resultados da Tabela 2, que podem ser utilizados no projeto de reatores comerciais.

**Tabela 2 – Diversos resultados obtidos em função da quantidade de camadas de hexágonos.**

Resultados	Quantidade de camadas (c)						c
	0	1	2	3	4	5	
Hexágonos na face externa	0	6	12	18	24	30	6 c
Hexágonos internos	1	1	7	19	37	61	$1 + 6 \sum c (c=1, c-1)$
Total de hexágonos	1	7	19	37	61	91	$6 \sum c (c=1, c)$
Total de lâmpadas	1	7	19	37	61	91	$1 + 6 \sum c (c=1, c)$
Raio do círculo externo	r	3r	5r	7r	9r	11r	$(2c+1) r$
Área do círculo externo	$\pi r^2$	$9\pi r^2$	$25\pi r^2$	$49\pi r^2$	$81\pi r^2$	$121\pi r^2$	$(2c+1)^2 \pi r^2$
Soma das áreas das lâmpadas e das regiões iluminadas	$\pi r^2$	$7\pi r^2$	$19\pi r^2$	$37\pi r^2$	$61\pi r^2$	$91\pi r^2$	$\pi r^2 [1+6 \sum c (c=1, c)]$
Diferença	0	$2\pi r^2$	$6\pi r^2$	$12\pi r^2$	$20\pi r^2$	$30\pi r^2$	$\pi r^2 \{ (2c+1)^2 - [1+6 \sum c (c=1, c)] \}$

Nessa tabela, considera-se que:

$$\sum c (c=1, c) \text{ equivale a } \sum_{c=1}^c c, \text{ ou seja, é igual a } 1 + 2 + \dots + c$$

Nesse caso específico, tem-se que

$$\sum n (n=1, n) = n + (n-1) + (n-3) + (n-n+1) + (n-n) = n^2 - \sum (n-1),$$

sabendo-se que  $\sum n = (\sum n-1) + n$ , então

$$\sum n = n^2 - (\sum n-1) = n^2 - (\sum n) + n$$

$$\sum n (n=1, n) = (n^2 + n) / 2$$

Logo, para c camadas de hexágonos, o número total de lâmpadas será igual a:

$$1 + 6 \sum c (c=1, c) = 1 + [6(c^2 + c) / 2] = 1 + 3(c^2 + c)$$

#### 4. Exemplo de um reator fotoquímico com distribuição de lâmpadas em colméia

Na apresentação desse exemplo, vai-se Considerar um dispositivo semelhante ao utilizado na degradação do pigmento Red 53:1 apresentado anteriormente, ou seja, uma lâmpada UV com um diâmetro de 3,3 cm, colocada no centro de um reator fotoquímico que tem um diâmetro interno de 20 cm e 40 cm de altura. Assim:

$$r' \text{ (raio da lâmpada)} = 1,65 \text{ cm};$$

$$r \text{ (raio iluminado)} = R \text{ (raio do reator)} = 10 \text{ cm};$$

$$H \text{ (altura do reator)} = 40 \text{ cm}.$$

O volume irradiado por essa lâmpada seria de cerca de 12,5 litros.

Um conjunto com 7 lâmpadas distribuídas em abelha apresentaria:

- 1 camada de hexágonos ;
- 7 lâmpadas, cada qual com área igual a  $\pi r'^2$ ;
- R = raio do reator = 3 r = 30 cm
- H = 40 cm
- Capacidade =  $\pi (R^2 - 7r'^2) H = \pi [30^2 - 7 (1,65)^2] 40 \text{ cm}^3 \approx 110 \text{ litros}$

Outro conjunto com 19 lâmpadas distribuídas em colméia, com duas camadas de hexágonos apresentaria:

- capacidade =  $\pi (R^2 - 19r'^2) H = \pi [50^2 - 19 (1,65)^2] 40 \text{ cm}^3 \approx 308 \text{ litros}$

A Tabela 3 resume os resultados para diversos conjuntos de lâmpadas distribuídos em colméia.

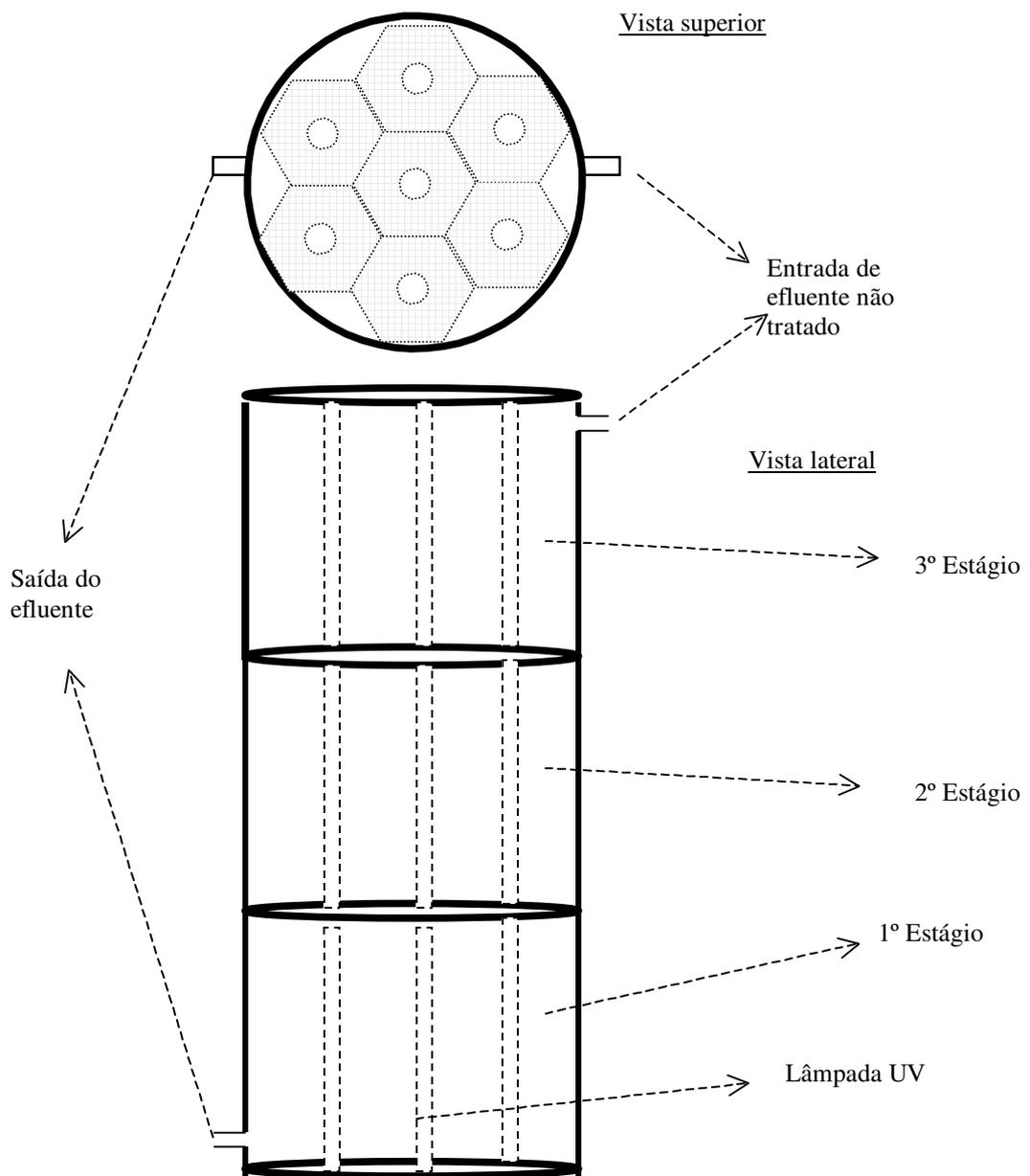
**Tabela 3 – Resultados para diversos conjuntos de lâmpadas distribuídas em colméia**

Resultados	Quantidade de camadas (c)				
	0	1	2	3	c
Nr lâmpadas	1	7	19	37	$1 + 3(c^2 + c)$
raio da lâmpada (cm)	1,65	1,65	1,65	1,65	$r'$
raio do reator (cm)	10	30	50	70	$(2c+1) \times r$
Altura do reator (cm)	40	40	40	40	H
Capacidade (litros)	12,5	110	308	603	$\pi \{r'^2(2c+1)^2 - [1 + 3(c^2 + c)]\} H$

Um reator com 1,40 metros de diâmetro e de 40 cm de altura conteria 37 lâmpadas que irradiariam 603 litros de solução. Um outro reator com lâmpadas distribuídas em colméia formando 10 camadas de hexágonos teria:

- Nr de lâmpadas =  $1 + 3 (100 + 10) = 331$  lâmpadas;
- raio do reator =  $21 \times 10 = 210$  cm; e
- capacidade de 5400 litros.

Pode-se, ainda, pensar num reator segmentado, ou seja, contendo estágios sucessivos, cada um deles com uma mesma distribuição de lâmpadas. Por exemplo, a Figura 10 apresenta um reator de três estágios, cada um deles com uma camada de hexágonos, o que corresponde a 7 lâmpadas distribuídas em colméia. Esse reator conteria um total de 21 lâmpadas, e a capacidade para tratar 330 litros de efluente contaminado.



**Figura 10. Reator fotoquímico de três estágios, cada um com 7 lâmpadas distribuídas em colméia.**

Os resultados da Tabela 1 mostram que quase a totalidade da degradação dos poluentes ocorre nos primeiros vinte minutos de reação. Desse modo, é possível elaborar um processo que consiga efetuar, em pouco tempo, o tratamento de milhares de litros de solução contaminada.

## 5. Conclusão

O rendimento de reações fotoinduzidas depende fortemente da iluminação do meio reacional. Devido às restrições da lei de Beer-Lambert, nem sempre é compensatório aumentar a potência das lâmpadas utilizadas.

A distribuição de lâmpadas em colméia permite obter-se uma luminosidade homogênea em todo o reator. Além disso, essa distribuição fornece uma ferramenta para calcular a quantidade de lâmpadas a serem utilizadas para o tratamento de elevados volume de solução contaminada, podendo servir de parâmetro para o projeto de reatores fotoquímicos em escala comercial.

## 6. Referências bibliográficas

ILHA, C. E. G.. **Degradação de Corantes e Pigmentos:** Utilização de Processos Oxidativos Avançados para a degradação de quatro pigmentos monoazóicos. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, 30 de janeiro de 2004.

ILHA, C. E. G.; SOUZA, J.R.; SANTOS, A.J.M.G. **Reator fotoquímico segmentado com lâmpadas distribuídas em colméia para reações fotoquímicas sequenciais ou em uma única etapa.** Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Depósito de Patente Nr PI 0401235-6. Janeiro de 2004.

FENG, J.; HU, X.; YUE, P.L.; ZHU, H,Y,; LU, G.Q. **Discoloration and mineralization of Reactive Red HE-3B by heterogeneous photo-Fenton reaction.** Water Research, 37, p. 3776–3784. 2003.

KURBUS, T.; LE MARECHAL, A.M.; VONCINA; D.B. **Comparison of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-UV, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Fe<sup>+2</sup> processes for the decolorisation of vinylsulphone reactive dyes.** Dyes and Pigments, 58, p. 245-252. 2003.

LITTER, M.I. **Heterogeneous photocatalysis:** transition metal ions in photocatalytic systems (Review). Applied Catalysis B, Environmental, 23, p.89-114. 1999.

PARK, H.; CHOI, W. **Visible light and Fe(III)-mediated degradation of Acid Orange 7 in the absence of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.** Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 159, p. 241–247. 2003.

PERRY, R. H.; GREEN, D.W; MALONEY, J. O. **Perry's Chemical Engineers' Handbook.** McGraw-Hill international Editions, Chemical Engineering Series, 6<sup>a</sup> Ed. 1984. ISBN 0-07-049479-7

SMITH, J.M. **Chemical Engineering Kinetics.** McGraw-Hill International Editions, Chemical Engineering Series, 3<sup>a</sup> Ed. 1981. ISBN 0-07-058710-8.

**CLÓVIS EDUARDO GODOY ILHA – MAJOR QEM**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA – IME, 1993**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA – UFPE, 1996**  
**DOUTOR EM QUÍMICA ANALÍTICA – UNB, 2004**

**OFICIAL DE COMUNICAÇÕES – AMAN, 1986**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO MILITAR – ESAO, 1999**  
**ALUNO DO CURSO DE DIREÇÃO PARA ENGENHEIROS MILITARES – ECEME, 2004.**

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)