

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO
TRABALHO

JANAÍNA SANTOS SALDANHA MARQUES

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO DE UMA COZINHA INDUSTRIAL
DA CIDADE DE CARAMBEI - PR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2018

JANAÍNA SANTOS SALDANHA MARQUES

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO DE UMA COZINHA INDUSTRIAL
DA CIDADE DE CARAMBEI - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho, Área de Conhecimento: Higiene e Segurança do Trabalho, do Curso de Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Melo de Lima

PONTA GROSSA

2018



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título do artigo nº. 05/2018

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO DE UMA COZINHA INDUSTRIAL DA CIDADE DE CARAMBEÍ - PR

Desenvolvido por:
Janaína Santos Saldanha Marques

Este artigo foi apresentado no dia 30 de agosto de 2018 às 14 horas como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof Ariel Orlei Michaloski
1º membro

Prof Antonio Carlos Frasson
2º membro

Prof. Luiz Eduardo Melo Lima
Orientador

Análise das condições de ventilação de uma cozinha industrial da cidade de Carambeí – PR

Janaína Santos Saldanha Marques (UTFPR-PG) jana.engcivil@hotmail.com
Leandro Machado Brizola (UTFPR-PG) leandro.mbrizola@gmail.com
Lorena Marques Prioto (UTFPR-PG) lorenaprioto@gmail.com
Vanessa de Fatima Clemente Souza (UTFPR-PG) vanessadesouza@outlook.com
Luiz Eduardo Melo Lima (UTFPR-PG) lelima@utfpr.edu.br

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo a análise dos sistemas de ventilação geral e local exaustora de uma cozinha profissional de um estabelecimento da cidade de Carambeí – PR, para verificar se esta cozinha tem os componentes adequados para remoção das emissões de contaminantes, bem como a renovação do ar no ambiente de trabalho. O método de pesquisa consiste da visita na cozinha para verificar os equipamentos presentes, realizar as medições e executar registro fotográfico do ambiente. A partir dos valores obtidos com as medições, determinou-se a capacidade de vazão dos captores (coifas). Quanto à análise de resultados, determinou-se também a vazão de ar proveniente de ventilação natural e depois se determinou a taxa de ventilação do ambiente. Os resultados obtidos mostraram que os valores obtidos para a vazão de ar dos captores (coifas) foram superiores à vazão de ar necessário a remoção das emissões provenientes do forno, calculada utilizando a norma ABNT NBR 14518. Deste modo, foi possível concluir que a taxa de ventilação da cozinha analisada está dentro do recomendado e que a ventilação local exaustora é capaz de remover as emissões provenientes dos fogões e fritadeiras.

Palavras chave: Cozinha, Ventilação natural, Ventilação exaustora, Taxa de ventilação.

Analysis of the ventilation conditions of an industrial kitchen in the city of Carambeí – PR

Abstract

The present research has the objective of analyzing the general and local exhaust ventilation systems of a professional kitchen of an establishment in the city of Carambeí – PR, to verify if this kitchen has the appropriate components to remove contaminants emissions, as well as the renovation air in the work environment. The research method consists of visiting the kitchen to check the equipment present, carry out the measurements and perform photographic record of the environment. From the values obtained with the measurements, the capacity of the captors (hoods) was determined. As for the analysis of results, the airflow from natural ventilation was also determined and then the ventilation rate of the environment was determined. The results obtained showed that the values obtained for the airflow of the captors were higher than the airflow required to remove emissions from the furnace, calculated using the ABNT NBR 14518 standard. In this way, it was possible to conclude that the rate of the analyzed kitchen is within the recommended range and that local exhaust ventilation is capable of removing emissions from stoves and fryers.

Key-words: Kitchen, Natural ventilation, Ventilation exhaust, Ventilation rate.

1. Introdução

A movimentação de quantidades de ar em espaços confinados com função de preservar as condições ambientais, controlando a temperatura, a distribuição do ar e sua pureza e muitas vezes a umidade (MACINTYRE, 1988). Nas palavras de Guimarães, Mesquita e Nefussi (1977) a ventilação é a movimentação de ar que pode ser executada de forma natural ou mecânica, denominado de insuflamento quando o ar entra no ambiente e denominado de exaustão quando o ar é evacuado do ambiente.

A emissão de gases, vapores, pó e calor são provenientes de alguns processos de produção os quais alteram a composição do ar, que podem ser perigosos à saúde das pessoas expostas, comprometendo a eficiência do trabalhador. Para o controle da poluição do ar em ambientes residenciais, de trabalho ou de lazer utiliza-se a ventilação, que é um mecanismo que promove a diluição ou retirada de substâncias poluentes visando à adequação aos limites de tolerância e níveis aceitáveis ou recomendados (CHAVES, 2012).

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a capacidade dos sistemas de ventilação geral e local exaustora da cozinha profissional de um estabelecimento da cidade de Carambeí – PR, para verificar se esta cozinha tem componentes adequados para remoção das emissões e a renovação do ar no ambiente de trabalho.

2. Metodologia

O estudo foi realizado a partir de uma visita na cozinha de um supermercado da cidade de Carambeí – PR. Foi realizado o registro fotográfico dos equipamentos presentes na cozinha. Também se realizou a medição das dimensões do espaço físico, das aberturas de ventilação, bem como a distribuição dos fogões, fritadeiras e coifas no ambiente. Com as informações coletadas realizaram-se os cálculos para determinação da vazão volumétrica de ventilação geral natural, vazão volumétrica de exaustão pelas coifas, vazão necessária de ar para os fornos, bem como sua taxa de ventilação.

2.2 Vazão de ar devido à ação do vento

O cálculo da vazão volumétrica de ar que entra no recinto através de aberturas é dado pela Equação (1) (MACINTYRE, 1988):

$$Q = \phi V A \quad (1)$$

Onde:

- Q é a vazão volumétrica de ar, em m^3/s ;
- ϕ é o coeficiente de eficiência das aberturas (para ventos perpendiculares à parede: $0,5 \leq \phi \leq 0,6$; para ventos diagonais à parede: $0,25 \leq \phi \leq 0,35$);
- V corresponde a 50% do valor da velocidade média sazonal dos ventos locais, em m/s ;
- A é a área total das aberturas de entrada ou de saída (consideradas iguais), em m^2 .

2.3 Vazão de ar em coifa comum ou clássica

Na Figura 1, é apresentada uma representação esquemática de uma coifa (captor) comum ou clássica. A vazão de ar a ser exaurida pelo captor deverá ser tal que garanta que todos os poluentes gerados pela fonte sejam captados. Por outro lado, esta vazão não deve interferir no processo industrial, como por exemplo, o arrastamento de produto ou matéria prima. Os requisitos de vazão são determinados pelos requisitos de velocidade nos pontos de geração de poluentes e da área de abertura determinada pela forma do captor e sua posição relativa à fonte (CHAVES, 2012).

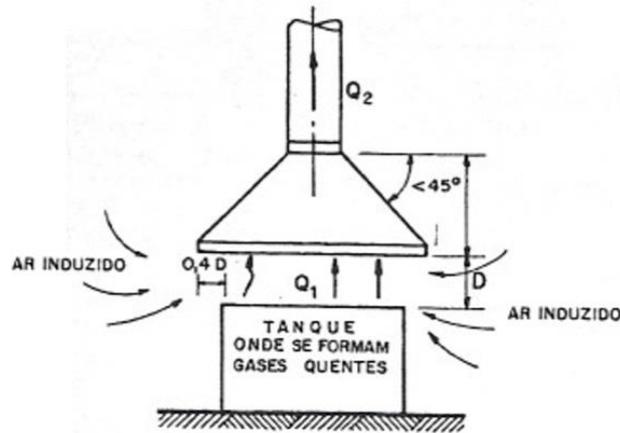


Figura 1 – Representação esquemática de uma coifa comum do tipo aberta
Fonte: Macintyre (1988)

O cálculo da vazão de aspiração do captor tipo coifa aberta é dado pela Equação (2) (MACINTYRE, 1988):

$$Q_2 = 1,4 P D V \quad (2)$$

Onde:

- Q_2 é a vazão de aspiração do captor, em m^3/s ;
- P é o perímetro do tanque, em m;
- V é a velocidade de captura, em m/s;
- D é a distância entre o tanque e a abertura (altura) da coifa, em m.

Na Tabela 1, é apresentada a faixa de valores de velocidade de captura recomendadas para um captor tipo coifa, aplicado na operação de um fogão de cozinha.

Operação	Velocidade de captura (m/min)	Observação
Fogão de cozinha	30-45	Na face da coifa

Fonte: Adaptado de Macintyre (1988)

Tabela 1 – Velocidades de captura recomendadas para operação de um fogão de cozinha

2.4 Vazão de ar em coifa de forno

De acordo com a norma ABNT NBR 14518, para o cálculo da vazão de ar necessária em uma coifa de forno utiliza-se a Equação (3) (ABNT, 2000).

$$Q_v = v A \quad (3)$$

Onde:

- Q_v é a vazão de ar, em m^3/s ;
- A é a área da coifa de forno, em m^2 ;
- v é a velocidade de face, em m/s (considera-se $v = 0,5$ m/s).

A área da coifa de forno necessária para a vazão de captura requerida é dada pela Equação (4) (ABNT, 2000):

$$A = L b \quad (4)$$

Onde:

- a) L é o comprimento da coifa de forno, em m;
- b) b é a largura da coifa de forno, em m.

2.5 Taxa de renovação de ar

Chama-se de troca de ar no ambiente a introdução de volume de ar igual ao volume do ambiente por meio de ventilação geral diluidora e o número de trocas de ar por min é dado pela Equação (5) (MACINTYRE, 1988).

$$T = Q / \bar{V} \quad (5)$$

Onde:

- a) T é a taxa de renovação de ar, número de trocas de ar/min;
- b) Q é a vazão volumétrica, em m³/min;
- c) \bar{V} é o volume do ambiente, em m³.

Na Tabela 2, é apresentada a faixa do número de trocas de ar (taxa de renovação) necessária para uma pessoa numa área funcional do tipo cozinha.

Área funcional	Taxa de renovação (troca/min)	ft ³ /min por pessoa
Cozinha	30-45	-

Fonte: Adaptado de ASHRAE (2001)

Tabela 2 – Taxa de renovação de ar para uma área funcional tipo cozinha

3. Resultados e discussão

Nesta seção são apresentados os resultados e discussão a respeito da análise realizada neste trabalho, que por sua vez está dividida nas seguintes subseções: registro fotográfico, equipamento presentes e layout da cozinha; os resultados para a vazão volumétrica de ar na cozinha analisada neste trabalho e comparação com as normas vigentes.

3.1 Registro fotográfico da cozinha

Na Figura 2, é apresentada a disposição dos equipamentos na cozinha industrial analisada no presente trabalho, onde é possível visualizar as portas, as janelas e as coifas de ilha central.



Figura 2 – Disposição dos equipamentos na cozinha analisada no presente trabalho

Fonte: Autoria própria (2017)

A cozinha industrial analisada possui uma área total de 48,47 m², com um pé direito de 3,70 m, sendo composta de duas janelas laterais e duas portas necessárias a ventilação natural.

Na Figura 3, é apresentado duas fotografias: uma para o fogão de quatro bocas e outra para o fogão de seis bocas, respectivamente. O fogão de quatro bocas possui dimensões de 0,90 m × 1 m × 0,80 m. O fogão de seis bocas possui dimensões de 1,30 m × 1 m × 0,80 m. Cada um dos fogões possui uma coifa (captor) do tipo ilha central, responsável pela remoção das emissões proveniente destes dois fogões.



Figura 3 – Fotografia dos fogões de quatro e seis bocas da cozinha industrial analisada
Fonte: Autoria própria (2017)

Na Figura 4, é apresentada uma fotografia de uma das janelas presentes na cozinha industrial analisada. A cozinha apresenta um total de duas janelas e cada uma das janelas possui dimensões de 2 m × 1 m. As áreas de cada uma destas janelas são contabilizadas para o mecanismo de ventilação natural.



Figura 4 – Fotografia de uma das janelas da cozinha industrial analisada
Fonte: Autoria própria (2017)

Na Figura 5, é apresentada uma fotografia que mostra as fritadeiras e o forno, bem como suas respectivas coifas (captore). Cada fritadeira possui dimensões de 1,19 m × 0,394 m × 0,768 m e tanque com dimensão de 0,356 m × 0,356 m.



Figura 5 – Fotografia das fritadeiras e forno, bem como de suas coifas, presentes na cozinha industrial analisada
Fonte: Autoria própria (2017)

3.2 Equipamentos presentes na cozinha

A cozinha industrial analisada no presente trabalho é constituída pelos equipamentos descritos de acordo com a Tabela 3:

Equipamento	Descrição	Quantidade	Dimensões
Fogão industrial	De quatro bocas da marca BREY	1	0,90 m × 1 m × 0,80 m
Fogão industrial	De seis bocas da marca BREY	1	1,30 m × 1 m × 0,80 m
Forno combinado	Da marca TECHNICOOK	1	-
Fritadeiras	Da marca VULCAN	2	1,19 m × 0,394 m × 0,768 m
Coifas	De ilha central do tipo aberta	4	-

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 3 – Descrição dos equipamentos presentes na cozinha industrial analisada

3.3 Layout da cozinha

Na Figura 6, é mostrado o layout da cozinha analisada neste trabalho apresentando suas dimensões, bem como a disposição dos equipamentos presentes (conforme apresentado na Tabela 3), portas e janelas. Além disto, também são apresentadas as disposições das pias e um refrigerador.

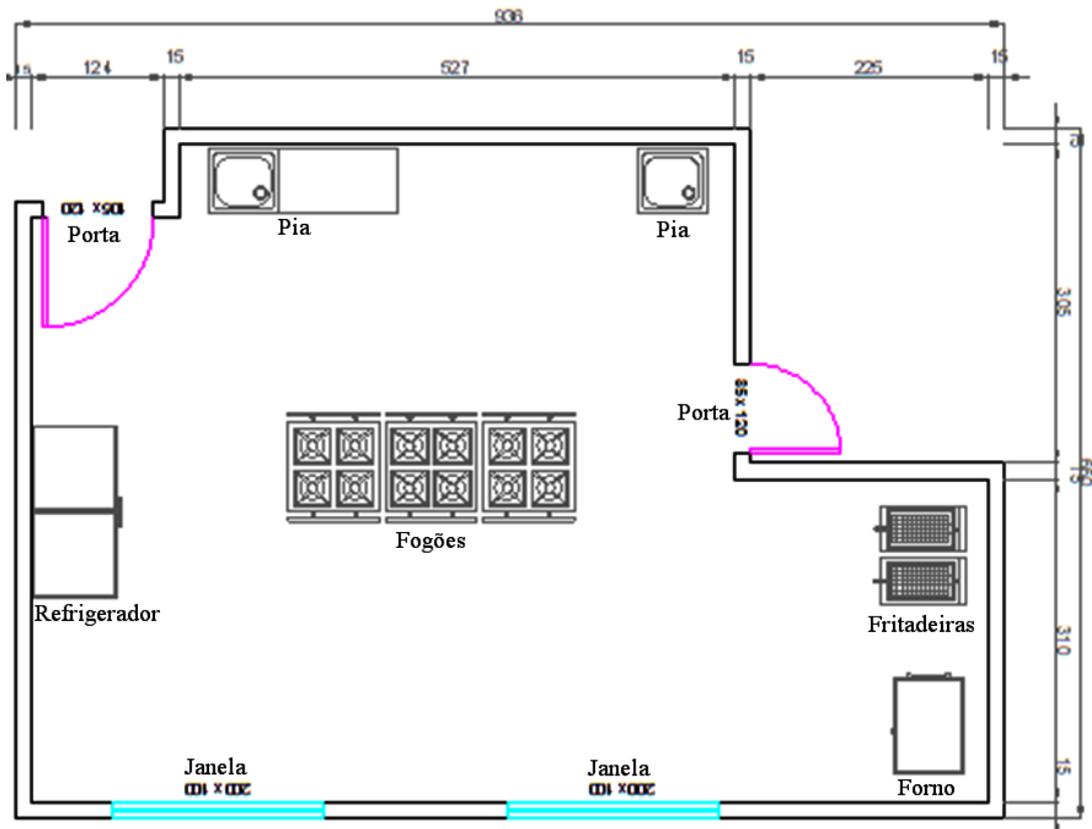


Figura 6 – Layout da cozinha analisada
 Fonte: Adaptado do proprietário da cozinha (2017)

3.4 Determinação da vazão volumétrica de ar

Na sequência são apresentados os resultados referentes aos cálculos realizados para a determinação da vazão volumétrica de ar devido: a ação dos ventos (ventilação geral natural), aos captosres (ventilação local exaustora). Além disto, é realizado também o cálculo para determinação da vazão volumétrica de ar necessária, de acordo com as normas, para operação dos equipamentos presentes na cozinha industrial analisada.

3.4.1 Vazão de ar devido à ação do vento

De acordo com o layout da cozinha analisada, as esquadrias têm 2,0 m × 1,0 m, sendo que desta área total somente 75% corresponde à área de abertura das janelas. Para a região onde se localiza a cozinha industrial analisada, a velocidade média sazonal dos ventos é de 3,4 m/s. Desta forma, a partir da Equação (1) (MACINTYRE, 1988) obtém-se a vazão volumétrica resultante da ação dos ventos de 1,275 m³/s ou 76,5 m³/min, responsável pelo mecanismo de ventilação geral natural utilizada para renovação do ar no recinto.

3.4.2 Taxa de renovação de ar recomendada

Utilizando a Equação (5), determinou-se o valor da vazão volumétrica de ar devido à ação do vento, $Q = 4590 \text{ m}^3/\text{h}$, bem como o volume do recinto, $\bar{V} = 179,172 \text{ m}^3$, resultante das dimensões da cozinha analisada. A taxa de renovação de ar obtida foi de 25,62 trocas/hora. Comparando este valor com o recomendado pela *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineering* (ASHRAE, 2001), 10 a 30 trocas/hora, conforme apresentado na Tabela 2, observou-se que a renovação de ar está dentro do recomendado.

3.4.3 Vazão de ar em coifa comum ou clássica

Utilizando a Equação (2) (MACINTYRE, 1988), foi possível obter as vazões volumétricas de ar nas coifas conforme Tabela 4. Estas vazões foram calculadas adotando-se a velocidade de captura (V) de 37,5 m/min, que corresponde à média dos valores máximo e mínimo apresentados na Tabela 1, e uma distância entre a coifa e a fonte de calor (D) de 1,10 m.

Equipamento	Perímetro (m)	Vazão (m ³ /s)
Fogão de 4 bocas	3,80	3,66
Fogão de 6 bocas	4,60	4,43
Fritadeiras	2,14	2,06

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 4 – Vazão volumétrica de captura para cada uma das coifas em cada equipamento da cozinha analisada

3.4.4 Vazão de ar para coifa de forno segundo as normas

Os valores de vazão volumétrica de ar apresentados na Tabela 4 foram determinados a partir da Equação (3), considerando o valor de velocidade recomendado de 0,5 m/s, conforme especificado pela ABNT NBR 14518 (ABNT, 2000).

Equipamento	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
Fogão de 4 bocas	0,90	0,45
Fogão de 6 bocas	1,30	0,65
Fritadeiras	0,25	0,13

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 5 – Vazão volumétrica necessária para cada uma das coifas em cada equipamento da cozinha analisada

Comparando os resultados apresentados pelas Tabelas 4 e 5, é possível observar que o sistema de ventilação local exaustora da cozinha analisada atende as recomendações da norma.

4. Conclusões

A preocupação com o conforto térmico no local de trabalho é um tema de estudo que tem sido abordado atualmente, pois o bem-estar do trabalhador no seu posto de trabalho tem influência no bom desempenho do serviço. A qualidade das condições de trabalho em cozinhas pode ser comprometida, visto que existe uma carga de geração de calor relacionado a equipamentos, odores, gases, fumaças e substâncias químicas que afetam o ambiente. Para melhoria das condições de trabalho nestes ambientes, torna-se necessário a aplicação de sistemas de ventilação (geral natural e local exaustora) nas cozinhas industriais que sejam capazes de retirar os vapores dispersos no ambiente e os gases provenientes dos processos de cozimento e frituras dos alimentos, a fim de manter a cozinha livre de odores e fumaça, proporcionando conforto térmico no recinto de trabalho.

Neste estudo realizou-se um levantamento dos equipamentos (fogões, forno e fritadeiras) presentes na cozinha industrial que produzem calor para o ambiente e emitem gases provenientes de frituras e cozimentos. Observou-se por meio deste estudo que a ventilação local exaustora, que é realizada por meio de coifas, permite a captação de um volume de ar superior ao recomendado pela norma ABNT NBR 14518. Analisando a taxa de renovação de ar verificou-se que a cozinha industrial analisada atende o valor recomendado de acordo com a *American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineering* (ASHRAE).

A importância em seguir as recomendações das normas, para o controle da qualidade do ar em cozinhas industriais, permite determinar valores das taxas de renovações de ar que influenciam a temperatura e a umidade do ambiente. Ao se obter um controle destas duas grandezas, é possível proporcionar um conforto térmico para aqueles que irão utilizar estes ambientes. Os agentes poluentes emitidos no ambiente de trabalho podem manifestar-se em forma de graves doenças que afetam a saúde e o bem-estar dos trabalhadores.

Referências

ABNT. *NBR 14518 – Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais.* São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2000.

ASHRAE. *Fundamentals Handbook.* Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers - ASHRAE, v. 111, 2001.

CHAVEZ, E. L. *Ventilação industrial aplicada à engenharia de segurança do trabalho.* Apostila do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Escola Pitágoras (Pós Graduação), 2012. Disponível em: <<http://academico.escolasatelite.net/system/application/materials/uploads/12/ge-est-m5-d2-p5-aula-60-rev-final.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2015.

GUMARÃES, F. A.; MESQUITA, A. L. S.; NEFUSSI, N. *Engenharia de ventilação industrial.* São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1977.

MACINTYRE, A. J. *Ventilação industrial e controle da poluição.* Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988.