

A ERGONOMIA, A ENGENHARIA E A ARQUITETURA COMO INGREDIENTES NO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE UMA COZINHA INDUSTRIAL

Lia Buarque de Macedo Guimarães, Ph.D., CPE;
Daniela Fischer; Marcelo Hercílio Moutinho; Tatiana Maglia Pastre,
mestrandos

Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Praça Argentina, 9, 2º Andar, Sala LOPP
Porto Alegre, RS 90040-020
Tel: (051) 3163490, Fax: (051) 3164007
liabmg@vortex.ufrgs.br

Arley Danilevicz, mestrando
Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura - PROPAR
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Palavras-chave: ergonomia, engenharia, arquitetura, layout, cozinha industrial

This paper presents the work done by a multidisciplinary group during the design of the layout for an industrial cooking plant. The group was formed by ergonomists, industrial engineers, designers, architects along with the participation of managers and workers of the cooking plant. Each professional gave a great deal of contribution for the analysis of needs and the development of the design to meet the preestablished goals. The final project of this multidisciplinary group took into consideration important factors for both ergonomics and production and resulted very different from an architectural proposal.

Key Words: ergonomics, engineering, architecture, layout, cooking plant

1. Introdução

A interdisciplinaridade no desenvolvimento de projetos é sempre enaltecida, mas nem sempre obtida ou mesmo buscada. Mesmo constituídas de profissionais com formações diferenciadas, as equipes de projeto pouco exploram a interface entre as disciplinas em que seus componentes se especializam. Isto é esperado, já que a especialização normalmente segue um paradigma mecanicista de divisão da ciência em partes independentes e claramente definidas, dando pouca ou nenhuma ênfase à inter-relação das partes. Como consequência, podem ocorrer interesses conflitantes no trabalho em equipe, bem como a dificuldade de conduzir o processo de desenvolvimento do projeto, pois as pessoas tendem a enxergar e priorizar soluções segundo a ótica desenvolvida na sua área de atuação.

Porém, esses conflitos não devem ser negligenciados ou vistos como limitantes do trabalho em grupo. Devem, sim, ser explorados na obtenção de uma solução superior a que seria obtida em um projeto desenvolvido por profissionais de uma única área. A forma de eliminar esses vieses é a troca de informações entre profissionais de diferentes áreas pensando

sobre o mesmo problema, mas não com o intuito de obter pareceres e, sim, como uma maneira das pessoas ultrapassarem os limites da sua área de atuação.

Este artigo apresenta a forma de trabalho para levantamento, análise e as soluções propostas por uma equipe interdisciplinar, composta por engenheiros de produção, arquitetos, designers e ergonômicos, no projeto de instalação industrial de uma fábrica de produtos alimentícios congelados. Apresenta, também, as diferenças de concepção de projeto entre profissionais arquitetos, engenheiros, *designers* e ergonômicos e a forma como foi obtida a solução de consenso que pesou as necessidades de produção, de saúde, segurança e ergonomia. A equipe de projeto contou com os trabalhadores e a gerência da empresa. Ênfase é dada ao caráter participativo durante o desenvolvimento do projeto, de acordo com os preceitos da macroergonomia (Hendrick, 1993, Brown, 1995).

2. O projeto de arquitetura

O prédio onde será instalada a nova fábrica da Substância, é uma edificação do tipo pavilhão de depósito, uma construção caracterizada por elementos de concreto pré-moldado. A implantação das áreas necessárias para o funcionamento da fábrica fica condicionada à edificação pré-existente. A construção está situada na região norte de Porto Alegre, caracterizada por edificações baixas, de uso comercial e industrial. Está localizada em lote urbano regular e plano, com dimensões de 13,00m de largura e 74,00m de profundidade, sendo que o alinhamento do terreno é orientado para Oeste.

A figura 1 apresenta uma proposta solicitada à um escritório exclusivamente de arquitetura. Este projeto arquitetônico foi desenvolvido para a ocupação dos espaços com base em um programa de necessidades, organogramas, fluxogramas e pré-dimensionamentos. Esta abordagem tende a comprometer a interrelação das áreas no arranjo fabril. Nesta concepção, que toma como base de *layout* a distribuição de espaço por processos, há nichos bem definidos, um para fogões, outro para pias, outro para preparos diversos etc.

O projeto de arquitetura parte de premissas bem distintas daquelas do grupo interdisciplinar constituído para o projeto detalhado neste artigo. A questão central do projeto foi definir a configuração da cozinha, atentando para as questões diretamente relacionadas à produção (flexibilidade, produtividade, competitividade) e ergonomia (condições adequadas de trabalho, conforto, segurança).

3. Revisão de literatura em ergonomia de projetos de cozinha

Em termos ergonômicos, o *layout* de uma cozinha deve se basear nas dimensões do espaço, nas necessidades do usuário e características de trabalho. Não foram identificadas referências bibliográficas quanto a questões ergonômicas aplicáveis a cozinhas industriais. Alguns estudos sobre *layout* de cozinha doméstica foram realizados baseados no conceito de que um bom arranjo pode minimizar o tempo gasto em deslocamentos desnecessários, reduzindo o desgaste do usuário na cozinha. Estes estudos de trânsito podem constituir uma base para o planejamento de uma cozinha que considere os movimentos naturais durante o traba-

lho lá realizado. Seidl (1962) nos EUA e Stubler (1962) na Alemanha, entre outros, mostram que para uma pessoa destra, o trabalho principal se dá:

Da pia – para a superfície de trabalho – fogão – área de armazenamento, sendo os movimentos mais frequentes aqueles entre a pia, a superfície de trabalho e o fogão. Depois, são frequentes os movimentos da despensa para a geladeira.

O arranjo racional pode ser projetado com o triângulo de trabalho americano, que se baseia nas distâncias entre geladeira, pia e fogão. A soma das distâncias não deve ser maior que 7 m (em cozinhas pequenas) e 8 m (em cozinhas grandes). Na Alemanha, adota-se o método do estudos de linhas (*fadenstudie*), que grava os caminhos percorridos para realização de um trabalho e, a partir daí, é feito o *layout* da cozinha. Quanto mais um caminho é percorrido, mais proeminente ele é na planta. Ao avaliar o resultado do *fadenstudie* os seguintes critérios devem ser considerados:

- poucos caminhos se cruzando;
- poucos caminhos longos;
- alta densidade de caminhos para poucas estações de trabalho;
- pontos de partida adjacentes próximos (mas no mínimo a 60 cm de distância) com vasta gama de linhas irradiando para permitir ampla liberdade de movimentos.

O exemplo da figura 2 mostra *fadenstudie* de Uhland et al (1958) para dois *layouts* de cozinha. Linhas mais grossas levam ao fogão, pia e bancada. O primeiro arranjo é melhor que o arranjo (em U) à direita, pois há menos caminhos se cruzando.

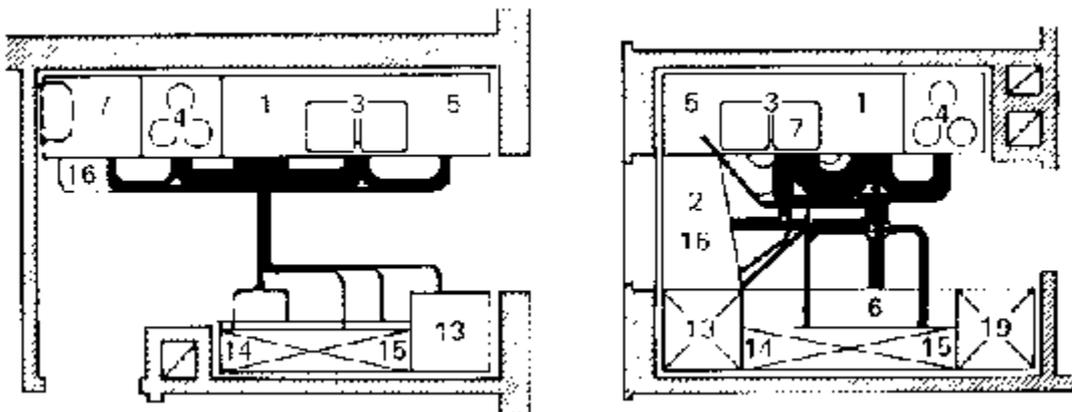


Figura 2 – “*fadenstudie*” de Uhland et al (1958) para *layouts* de cozinha (in Grandjean, 1973)

Em função do espaço disponível, há basicamente 5 tipos de *layout*:

- em linha: geralmente muito longo e se presta, apenas, para espaços reduzidos. De preferência, a pia deve ficar no centro da linha e a geladeira e fogão nas extremidades;
- em corredor ou galeria: dispõe-se os equipamentos ao longo de duas paredes opostas. Neste tipo de *layout*, todos os cantos são utilizados com equipamentos mas o triângulo de trabalho pode ser interrompido se alguém passar no meio. A largura do corredor deve prever espaço para abertura de portas e espaço para a pessoa agachar;
- em forma de “L”: neste arranjo, ideal para espaços reduzidos, quadrados, o triângulo é sempre mantido, sem interrupção. A desvantagem do canto em “L” é que os armários

são difíceis de usar. A pia deve ser posicionada no centro do triângulo de trabalho para facilitar os movimentos;

- em forma de “U”: este arranjo requer espaços grandes mas é um dos *layouts* que mais favorecem diferentes organizações de trabalho, distinguindo áreas de preparo e de servir. O triângulo é sempre mantido e as áreas de trabalho ficam próximas. A desvantagem é que os armários dos cantos são difíceis de usar. A pia é geralmente centralizada com geladeira e fogão em lados opostos;
- em ilha: é um *layout* que exige muito espaço e muito planejamento para garantir economia de movimentos. É a disposição preferida por muitos cozinheiros devido sua adaptabilidade a diferentes sequências de trabalho e grande volume de trabalho.

Uma alternativa diferente é colocar o fogão em um canto. Neste *layout* alternativo, a perda de espaço não é tão grande. Outra vantagem é que as superfícies de ambas extremidades do fogão ficam mais acessíveis e seguras.

Avaliando os prós e contras dos vários *layouts*, a melhor escolha é aquele que dispõe equipamentos nos dois lados pois favorece os alcances. Não é sempre viável, no entanto, pois um *layout* depende do espaço físico disponível. Além disso, não apenas a disposição de *layout* é importante mas, também, a circulação é fundamental. Tendo em vista a segurança e comodidade, é muito importante haver passagem livre em uma cozinha, principalmente quando se está carregando potes e panelas. A existência de espaço suficiente para movimentação, principalmente de membro superior, quando da manipulação de gavetas, armários etc, reduz a necessidade de adoção de posturas inconvenientes e, portanto, reduz o esforço desnecessário, tornando o trabalho menos pesado.

A questão da mobilidade em áreas de circulação foi estudada (por cine-fotografia dos movimentos de diversos sujeitos em passagens) por Robins (1968), que definiu a passagem mínima como aquela em que o sujeito não precisa fazer movimentos compensatórios, ou seja, não precisa se torcer ou virar, tendo mobilidade irrestrita. O espaço necessário para uma passagem livre, irrestrita, variou entre 46 cm para o menor sujeito e 63,5 cm para o maior sujeito na pesquisa.

4. As necessidades de produção na empresa em questão

Do ponto de vista da engenharia de produção, o projeto das instalações industriais tem como foco o aumento da produtividade e a preservação da flexibilidade do sistema de produção. De fato, os estudos preliminares efetuados para a empresa em questão, apontam para um ganho de produtividade da ordem de 70% ao longo dos próximos 5 anos de operação, permitindo ampliar a capacidade de produção em mais de 220%. Quanto à flexibilidade, são duas as dimensões relevantes para o projeto: a capacidade de adaptação às mudanças no *mix* de produção e a capacidade de adaptação do sistema às mudanças no volume de produção.

Considerando que a grande maioria dos produtos utiliza-se dos mesmos e poucos recursos físicos (fogão, forno, bancada de preparo, bancada de montagem dos pratos, seladora e congelador), e que o projeto tem o compromisso de garantir a máxima flexibilidade ao sistema, optou-se por um arranjo celular. É importante destacar que, diferentemente da orientação tradicional da manufatura celular quanto a buscar um arranjo que otimize a formação de famílias de produtos, o fator determinante do arranjo proposto foi o conceito de “equipe

multifuncional” na empresa.

A equipe multifuncional de produção é composta de uma cozinheira e duas auxiliares de cozinha plenamente treinadas e capacitadas para produzir qualquer dos mais de 250 pratos. A estrutura dos processos de fabricação, caracterizada pelas “montagens” intermediárias (e.g., molho branco + molho vermelho = montagem intermediária) e final (e.g., molho + carne + legume = prato pronto), onde os processos intermediários ocorrem em paralelo, presta-se perfeitamente à aplicação do conceito de multifuncionalidade. Em determinados momentos, por exemplo, a auxiliar de cozinha estará iniciando um processo do próximo prato enquanto aguarda que todas as montagens intermediárias estejam concluídas para, então, iniciar a montagem final do prato anterior.

Além do exercício da multifuncionalidade dentro de cada célula, com as auxiliares de cozinha conduzindo processos diferentes simultaneamente, existe ainda a possibilidade de interação entre auxiliares de células vizinhas. A posição dos fogões, dispostos dois a dois, bem como a posição das bancadas, com os topos dos “U”s voltados dois a dois, foram idealizadas de forma a potencializar esta interação entre as equipes, minimizando o desgaste físico e mental ao mesmo tempo em que aumenta a produtividade do sistema.

O projeto da fábrica foi concebido de forma a viabilizar a expansão da capacidade de produção instalada ano a ano. Inicialmente, a fábrica deve partir com 4 módulos (células de produção) e, na medida que a demanda exigir, serão agregados módulos até um máximo de 8 células de produção, cada qual com uma equipe composta por uma cozinheira e duas auxiliares de cozinha.

O caráter modular do projeto foi reforçado pela utilização de uma esteira transportadora orientada longitudinalmente em relação ao prédio, ao longo da qual as células de produção serão montadas. Com a utilização desta alternativa, a expansão da capacidade de produção pode ser realizada sem alteração drástica das instalações e, principalmente, sem custos adicionais de substituição de equipamentos (esteira, bancadas, etc.). Junto à extremidade da esteira transportadora serão instalados dois postos de selagem de embalagens. A proposta é apresentada na figura 3.

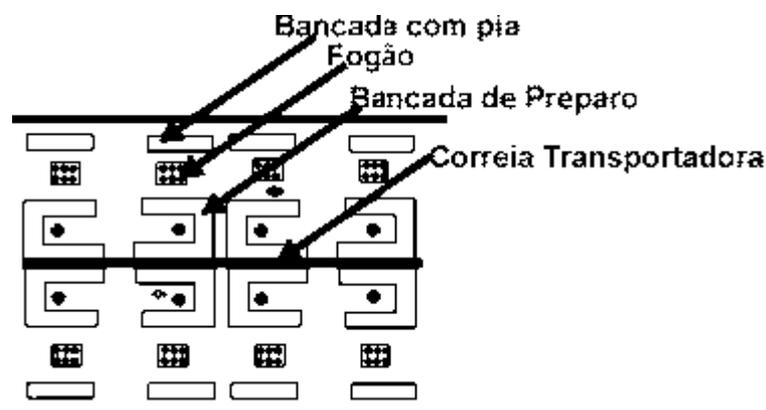


Figura 3 - Proposta teórica com ênfase na produção.

5. O projeto da equipe interdisciplinar de engenharia e produção

O trabalho conjunto entre engenheiros, designers, ergonomistas e arquitetos teve início com uma primeira reunião, quando foram definidos os objetivos gerais do projeto e a estratégia a ser seguida a fim de aglutinar as contribuições de cada área. A contribuição inicial da arquitetura foi analisar as condições do prédio e levantar as exigências de norma com relação a instalação de cozinhas. Sob o enfoque da produção, foram mapeados os processos de preparação dos pratos disponíveis no cardápio. A partir deste mapeamento seria feita a análise do fluxo de produção e, a partir daí, definido o *layout*.

A contribuição inicial da ergonomia foi o levantamento e a análise ergonômica do trabalho da cozinheira, ajudante e selador, considerando os conceitos de organização de trabalho que importam na definição do melhor sistema de produção de alimentos congelados. Estas etapas foram desenvolvidas segundo a ótica participativa preconizada pela macroergonomia que investiga a adequação organizacional de empresas ao gerenciamento de novas tecnologias de produção e métodos de organização do trabalho. O envolvimento dos trabalhadores no levantamento, concepção e operacionalização aumenta sensivelmente as chances de sucesso na implementação de modificações sugeridas através da análise macroergonômica do trabalho. Os empregados, na fábrica antiga, foram consultados a partir de uma entrevista aberta não estruturada e as questões levantadas com relação ao trabalho na empresa foram posteriormente priorizadas em um questionário fechado formulado com base na entrevista. A participação não é obrigatória mas geralmente a adesão é significativa. Além dos dados relativos ao trabalho, foram coletadas informações dimensionais e críticas dos postos e dos equipamentos e utensílios utilizados. Alguns empregados fizeram sugestões que foram incorporadas no projeto final da nova fábrica. Por exemplo, a solicitação de melhorar a eficiência da higienização das louças e panelas, inclusive a necessidade de reduzir o ruído produzido durante a realização desta tarefa. Com base na hierarquização das restrições identificadas foram aventadas as possíveis soluções de melhoria. Foram feitas documentações em vídeo.

As propostas básicas de *layout* foram trazidas pelos diferentes grupos de profissionais e discutidas em grupo. Nenhuma proposta foi aceita na íntegra e as soluções finais apresentam as melhores contribuições das áreas. Tendo em vista o formato do prédio, o *layout* foi baseado na distribuição longitudinal. A restrição de espaço lateral impõe complicadores no *layout*. Por exemplo, circulação, comprimentos e larguras de mobiliário não podem ser pensadas em termos de ideal (dimensões ótimas propostas na literatura) e as decisões tomadas com relação à melhor distribuição de *layout* passam a ser um compromisso, privilegiando-se as questões mais pertinentes em cada caso. Por exemplo, a melhor proposta teórica de *layout*, considerando questões de engenharia de produção, é apresentada na figura 3.

Evidentemente que esta proposta difere bastante da proposta de arquitetura da figura 1. A compreensão do processo industrial foi fundamental para a equipe interdisciplinar relacionar as necessidades identificadas, e teve papel decisivo nos projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, telefonia, lógica e de condicionamento térmico.

Na proposta da figura 3, há espaço suficiente de circulação entre pia, mesa e fogão. No entanto, a proposta não se aplica ao prédio em questão pois não há largura suficiente para circulação pelas laterais. Devido à incompatibilidade com a área disponível no prédio, foi preciso “ganhar espaço” sacrificando a disposição das estações da figura 1. Na proposta alter-

nativa, que adequa as questões arquiteturais e de produção (figura 4), moveu-se a pia 90°, o que sacrificou o acesso do lado direito do fogão à pia. Esta solução (de compromisso) restringe um acesso importante em termos de ergonomia (abriu-se mão de um *layout* em corredor para um *layout* em L) e de produção para garantir a manutenção do eixo longitudinal das estações de trabalho ao longo da transportadora, que é ainda o mais importante, em termos de produção. Do ponto de vista ergonômico, foi mantido o triângulo proposto na literatura.

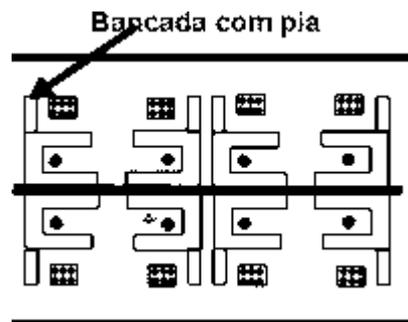


Figura 4 - Alteração da disposição da bancada com pia para liberar espaço de circulação pelas laterais.

Uma questão que não pôde ser plenamente atendida foi a de estoque de matéria-prima. Também é ergonomicamente conveniente que o material esteja próximo ao alcance dos trabalhadores. Observando-se a figura 4, pode-se propor a instalação de armários ao longo das paredes pois, assim, cada estação teria todo o material necessário bem próximo. Esta solução (figura 5) é ergonomicamente adequada, para acesso a material, mas restringe a circulação pelas laterais. Em termos de produção, é inviável o controle de estoque quando o material é armazenado de forma distribuída. A solução privilegiou, então, a produção, já que é possível solucionar a questão ergonômica por meio de transporte, por carrinhos, do material necessário em cada estação de preparo. É lógico que, mais uma vez, fala-se em transporte de material, o que não é ideal em termos de produção. No entanto, neste caso, o problema de estoque é mais crítico, no caso.

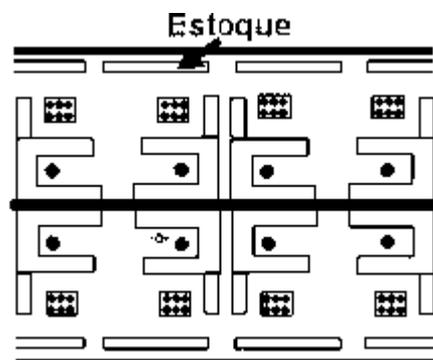


Figura 5. Alternativa para disposição de material de estoque, próximo à cada célula de preparo.

Outra questão importante na concepção da planta da cozinha foi o posicionamento da área de higienização de utensílios (lavagem de louça, panelas, etc.). O ruído constante desta tarefa foi uma das queixas mais comuns levantadas junto aos trabalhadores. Além disso, a lavagem é um gargalo na produção, deixando as cozinheiras nervosas em função da espera constante por material limpo. Se em termos de facilidade de transporte de louças e panelas, é conveniente manter a pia de lavagem de louça próxima às estações de preparo de alimentos, em termos de segurança o oposto é verdadeiro. Além da questão do ruído, a proximidade implica em detergente próximo a alimentos, com risco de contaminação, e implica em área sempre úmida próxima a trânsito e movimentação de pessoas com riscos de acidentes graves devido às panelas quentes. Por questão de segurança e em detrimento às questões de produção, foi definido um centro de lavagem, o que exige transporte de material (sujo e limpo) das estações de preparo para a de lavagem e vice-versa. Em termos de produção, quanto mais transporte pior, mas a solução privilegiou o parâmetro de maior risco, no caso a segurança. Em termos de arquitetura, o centro de lavagem é facilitado pois pode-se prever paredes e chão com superfície própria para lavagem (inclusive ralos, declividade etc.).

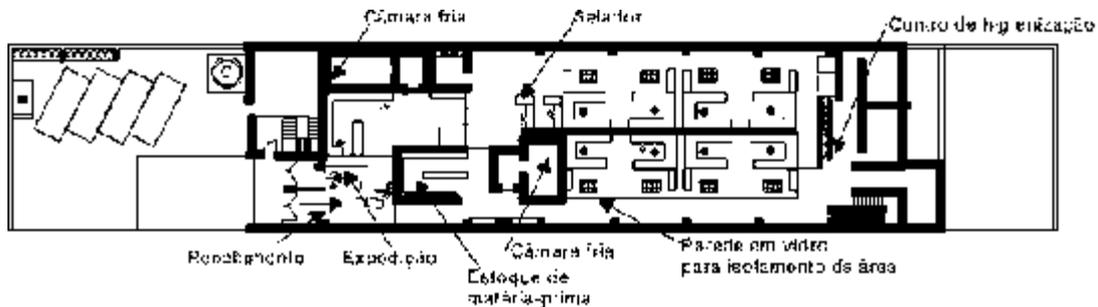


Figura 6. Versão final do projeto, a partir da consolidação das propostas dos diferentes integrantes da equipe.

A versão final do projeto é apresentada na figura 6. Cabe evidenciar algumas questões que não foram identificadas pela equipe de projeto mas sim, pela equipe de trabalho da empresa: o isolamento da área de cozimento. Não havia sido levantada esta necessidade, mas quando da apresentação do projeto final à empresa, esta questão foi ressaltada. Para evitar problema de contaminação, foi colocado um vidro em toda extensão da área de cozimento e selagem.

6. Conclusão

A interdisciplinaridade mostrou-se vantajosa no desenvolvimento de projeto. A proposta isolada do arquiteto difere bastante daquela do grupo interdisciplinar. A troca de idéias no grupo fez com que a proposta final congregasse uma melhor interpretação dos quesitos necessários para que o layout de fábrica atendesse tanto as necessidades ergonômicas quanto de produção. A forma aberta de contato com a gerência e trabalhadores da cozinha industrial resultou em um projeto bastante afinado com as necessidades humanas e de produção.

7. Bibliografia

BROWN, O. Jr. *The development and domain of participatory ergonomics*. In IEA

- WORLD CONFERENCE 1995 and BRAZILIAN ERGONOMICS CONGRESS, 7, Proceedings. Rio de Janeiro: ABERGO, 1995, p. 28-31.
- GRANDJEAN, E. *Ergonomics of the home*. Taylor & Francis, London, 1973.
- HENDRICK, H. W. *Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety and quality of work life*. In CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ERGONOMIA, 2 e SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 6, Anais. Florianópolis, 1993, p. 39-58.
- ROBINS W.J. *Minimum standards for circulation spaces between walls, tables and chairs established by photography of body movements*. Thesis Faculty of Technology, University of Manchester, 1968.
- SEIDL R. E. *Trips between centers in kitchens for 100 meals*. Cornell University Agricultural Experiment Station Bull Ithaca (New York), 1962
- STUBLER E. *Einführung in das Arbeitsstudium in der Hauswirtschaft*. REFA-Fachausschuß Hauswirtschaft. Berlin/Köln/Frankfurt am Main: Beuth-Vertrieb, 1992.
- UHLAND G., DEIST H. UND STUBLER E. *Untersuchungen über die Einrichtung von Küchen für den sozialen Wohnungsbau*. Stuttgart: Forschungsgemeinschaft bauen und Wohnen FBW, 1958.

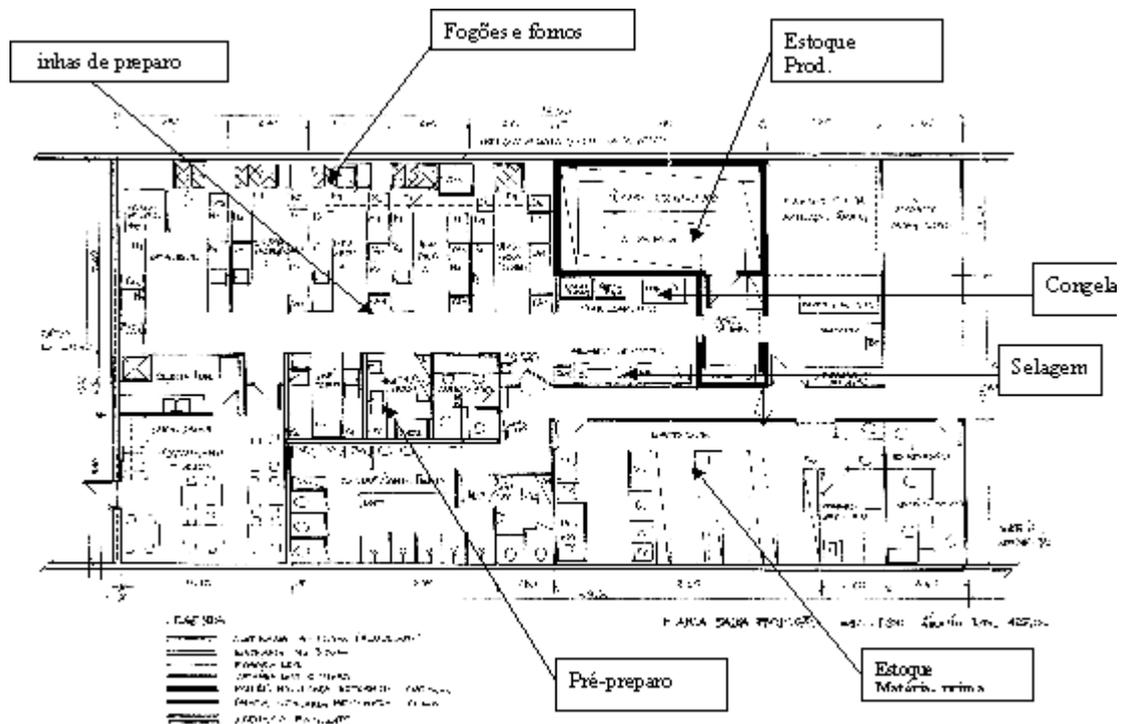


Figura 1 — projeto de arquitetura para a cozinha industrial