

**FABRICIO STRAZZA E RODRIGO MIDUSAUSKAS RIBERI**

**PROJETO DE UMA MICRO-ADEGA CLIMATIZADA DE  
BAIXO CUSTO**

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Graduação em  
Engenharia

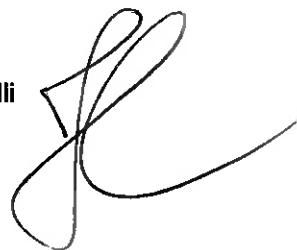
São Paulo  
2004

**FABRICIO STRAZZA E RODRIGO MIDUSAUSKAS RIBERI**

**PROJETO DE UMA MICRO-ADEGA CLIMATIZADA DE  
BAIXO CUSTO**

Trabalho de formatura apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Graduação em  
Engenharia

Orientador: Prof. Dr. Flávio Augusto Sanzovo Fiorelli



São Paulo  
2004

**"To be absolutely certain about something, one must know everything or  
nothing about it."  
- Miller, Olin.**

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho, aos nossos pais e amigos que foram sem dúvida as pessoas mais importantes e que nos deram o maior apoio ao longo de todo o tempo.

A Daniel Eskinazi, da empresa DANVIC, que acreditou no nosso trabalho e nos forneceu as pastilhas termoeletricas para a execução do protótipo.

Ao nosso orientador Dr. Flávio Augusto Sahzovo Fiorelli pelo apoio, compreensão e incentivo.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi o projeto, prototipagem e estudo de viabilidade econômica de uma micro-adega climatizada de baixo custo.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa de mercado junto ao público alvo (apreciadores de vinho de médio poder aquisitivo) e, a partir dos resultados desta pesquisa e de um estudo sobre os parâmetros de influência na qualidade do vinho, foram definidos os parâmetros de projeto (capacidade do equipamento e temperatura de armazenamento, entre outros).

Em seguida foi realizado o cálculo da carga térmica de refrigeração e definição da espessura adequada do isolante térmico, bem como escolhida a tecnologia de refrigeração mais apropriada para o produto.

Posteriormente foi montado um protótipo para análise do funcionamento da micro-adega e verificação do atendimento dos parâmetros de projeto, e por fim desenvolveu-se um plano de negócios para definição do volume de produção e do preço final de venda do produto, verificando sua concordância com a premissa inicial do projeto (baixo custo)

Os resultados do trabalho mostram que dentre as tecnologias de refrigeração disponíveis no mercado a melhor opção, de acordo com o escopo do projeto, é a utilização de refrigeração por efeito termoelétrico, baseada no efeito Peltier. Verificou-se também que existe mercado consumidor para o produto e que seu custo final de venda ao consumidor (da ordem de R\$ 500,00) torna a micro-adega viável economicamente.

## **ABSTRACT**

This essay is about the study of the viability of the mass production of an acclimated micro-wine cellar with a considerably lower price than the ones found in a market.

The methodology employed consists initially in a market research for a better understanding of the target public needs and through the result of this survey with a study about the models of influence in the wine quality, the models of the project are defined.

Afterwards, the calculation of the thermic load of refrigeration is done and are also defined the most suitable thermic insulating and the most convenient technology of refrigeration for the product.

Finally, a prototype is set up to analyze the performance of the micro wine cellar and a business plan is developed in order to define the amount of production and the final sale price of the product.

As a result of the work, we conclude that among the technologies of refrigeration available on market, the better option, according to the purpose of the project, is the use of thermoelectric pastilles, which performance is based on the use of the Peltier effect and that utilization of cycles by absorption isn't viable due to the low thermic load of refrigeration. It's also notified that there exists a consumer market for the product and that its cost of production (R\$ 500,00) makes the micro-wine cellar economically viable.

Formatted: Portuguese  
(Brazil)

## SUMÁRIO

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO E METODOLOGIA ADOTADA.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>UM POUCO SOBRE O VINHO.....</b>	<b>3</b>
3.1	COMPOSIÇÃO.....	3
3.2	TIPOS DE FERMENTAÇÃO.....	5
3.3	CONSERVAÇÃO.....	6
3.4	ENVELHECIMENTO DE VINHOS.....	6
3.5	ALTERAÇÕES NO VINHO.....	7
<b>4</b>	<b>PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO VINHO.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>PESQUISA DE MERCADO.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>PARÂMETROS DE PROJETO.....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>AVALIAÇÃO DA CARGA TÉRMICA.....</b>	<b>13</b>
7.1	GANHO DE CALOR POR TRANSMISSÃO.....	13
7.1.1	Espuma de Poliuretano.....	15
7.1.2	Poliestireno Expandido.....	16
7.2	GANHO DE CALOR POR PRODUTOS.....	17
7.3	PERDA DE CALOR TOTAL POR INFILTRAÇÃO.....	19
7.4	ESCOLHA DO ISOLANTE TÉRMICO.....	20
7.4.1	Custo de matéria prima.....	20
7.4.2	Consumo de energia elétrica.....	21
7.4.3	Definição do Isolante Térmico.....	21
7.5	CARGA TÉRMICA TOTAL.....	22
<b>8</b>	<b>DEFINIÇÃO DE TECNOLOGIA DE REFRIGERAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
8.1	CICLO DE COMPRESSÃO PADRÃO.....	23
8.2	CICLO DE ABSORÇÃO.....	25
8.3	CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR EFEITO PELTIER.....	26
8.4	MATRIZ DE DECISÃO.....	28
<b>9</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>PLANO DE NEGÓCIOS.....</b>	<b>37</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE MERCADO.....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXO B – RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO C – TABELA DE PASTILHAS TERMOELÉTRICAS.....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXO D - DATA SHEET DA PASTILHA DV-40-127-07.....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXO E – DESENHOS DO PROTÓTIPO EM 3D.....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA ÓTIMA – ESPUMA DE POLIURETANO .....	15
<b>TABELA 2:</b> VARIÁVEIS PARA DETERMINAÇÃO DA PERDA POR TRANSMISSÃO – ESPUMA DE POLIURETANO.....	15
<b>TABELA 3:</b> DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA ÓTIMA – POLIESTIRENO EXPANDIDO .....	16
<b>TABELA 4:</b> VARIÁVEIS PARA DETERMINAÇÃO DA PERDA POR TRANSMISSÃO – POLIESTIRENO EXPANDIDO .....	17
<b>TABELA 5:</b> COMPARAÇÃO ENTRE O CUSTO DE FABRICAÇÃO DOS ISOLANTES TÉRMICOS.....	20
<b>TABELA 6:</b> COMPARAÇÃO ENTRE OS CONSUMOS DE ENERGIA DA MICRO-ADEGA PARA OS ISOLANTES ANALISADOS .....	21
<b>TABELA 7:</b> MATRIZ DE DECISÃO DE TECNOLOGIA DE REFRIGERAÇÃO .....	29
<b>PREÇOS DOS COMPONENTES DA MICRO-ADEGA .....</b>	39
<b>TABELA 8:</b> PERCENTUAIS APLICÁVEIS PELO SIMPLES.....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b>	CONSUMO DE VINHO.....	10
<b>FIGURA 2:</b>	CAPACIDADE DE GARRAFAS DESEJADA (EM TERMOS ABSOLUTOS DE INTERESSADOS) ..	10
<b>FIGURA 3:</b>	CAPACIDADE DE GARRAFAS DESEJADA (EM PORCENTAGEM DE INTERESSADOS).....	11
<b>FIGURA 4:</b>	CICLO PADRÃO DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO .....	23
<b>FIGURA 5:</b>	FOTO DE UM COMPRESSOR E ESQUEMA DE UM CONDENSADOR .....	24
<b>FIGURA 6:</b>	CICLO POR ABSORÇÃO .....	25
<b>FIGURA 7:</b>	SEMICONdutoRES TIPO-N E TIPO-P.....	27
<b>FIGURA 8:</b>	ESQUEMA DE UMA PASTILHA TERMOELÉTRICA .....	27
<b>FIGURA 9:</b>	CONFIGURAÇÃO TÍPICA PARA MONTAGEM .....	28
<b>FIGURA 10:</b>	PASTILHAS TERMOELÉTRICAS UTILIZADAS.....	31
<b>FIGURA 11:</b>	SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO MONTADO .....	31
<b>FIGURA 12:</b>	PROTÓTIPO – VISTA INTERNA.....	32
<b>FIGURA 13:</b>	PROTÓTIPO – VISÃO GERAL .....	32
<b>FIGURA 14:</b>	INDICAÇÃO DAS ALTURAS ONDE SÃO TOMADAS MEDIDAS DE TEMPERATURA DO AR	33
<b>FIGURA 15:</b>	PROTÓTIPO – DURANTE ENSAIO .....	33
<b>FIGURA 16:</b>	CURVA DE TEMPERATURA DO AR X TEMPO .....	34
<b>FIGURA 17:</b>	CURVA DE TEMPERATURA DO VINHO X TEMPO (PARA UMA GARRAFA) .....	35
<b>FIGURA 18:</b>	CURVA DE TEMPERATURA DO VINHO X TEMPO (PARA 15 GARRAFAS).....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Consumido a milhares de anos pelo homem, não se sabe ao certo quando e nem onde foi produzido o primeiro vinho, entretanto é certo que 4000 anos A.C. o vinho já era uma bebida bastante popular na Mesopotâmia, atual Iraque, e de lá para cá o vinho difundiu-se pelo mundo todo possuindo admiradores em todo o mundo.

No Brasil, seu consumo vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas e, ao mesmo tempo em que cresce o seu consumo, o produto está se popularizando, com cada vez mais produtos de alta qualidade, tanto importados quanto nacionais, disponíveis no mercado a preços acessíveis.

O vinho é um produto que requer uma série de cuidados no que diz respeito ao seu armazenamento para a preservação de sua integridade, e as adegas climatizadas atualmente disponíveis no mercado, além de serem em sua grande maioria voltadas para estabelecimentos comerciais, possuem preços da ordem de R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00.

Neste contexto, surge um nicho de mercado atraente, a classe média apreciadora de vinho, para a qual as adegas disponíveis no mercado muitas vezes são inacessíveis financeiramente, além de possuírem uma capacidade de armazenamento exagerada para a demanda residencial.

Sendo assim esse trabalho visa o desenvolvimento de uma micro-adega climatizada de baixo custo, com preço de venda na faixa de R\$ 500,00, sendo motivado pela possibilidade de atender uma demanda de mercado crescente, pela oportunidade de empreendedorismo e geração de empregos, além de satisfazer nossos interesses dentro da Escola Politécnica, visto que escolhemos, dentro do curso de Engenharia Mecânica, como ênfase a área térmica.

## **2 OBJETIVO E METODOLOGIA ADOTADA**

O objetivo deste trabalho foi o projeto, prototipagem e desenvolvimento do plano de negócios de uma micro-adega climatizada com custo final de venda ao consumidor próximo a R\$ 500,00, de forma a viabilizar sua compra pela classe média apreciadora de vinho.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa de mercado com o intuito de conhecer as necessidades do público alvo do produto (apreciadores de vinho de médio poder aquisitivo) e, a partir dos resultados desta pesquisa e de um estudo sobre os parâmetros de influência na qualidade do vinho, definir os diversos parâmetros técnicos do projeto (capacidade do equipamento e temperatura de armazenamento, entre outros).

Uma vez definidos esses parâmetros técnicos, iniciou-se a fase de projeto com a avaliação da carga térmica de refrigeração e definição da espessura adequada do isolante térmico. A seguir foi definida a tecnologia de refrigeração mais apropriada para o produto e selecionados os componentes necessários.

Posteriormente foi montado um protótipo para análise do funcionamento da micro-adega e verificação do atendimento dos parâmetros técnicos de projeto, e por fim desenvolveu-se um plano de negócios para definição do volume de produção e do preço final de venda do produto, verificando sua concordância com a premissa inicial do projeto (preço final próximo a R\$ 500,00)

### 3 UM POUCO SOBRE O VINHO

O vinho é uma bebida proveniente da fermentação alcoólica de um suco de fruta natural madura, principalmente a uva (*Vitis vinifera*). Atualmente, diversas legislações, como a brasileira e a norte-americana, só permitem que se use o termo vinho para o fermentado provenientes das uvas. Os demais fermentados, provenientes de outros sucos, devem indicar o nome da fruta que lhe deu origem (p.ex. “vinho de laranja”, “vinho de pêra”, “vinho de abacaxi”, etc.).

Em termos bioquímicos o vinho é a *bebida proveniente da fermentação alcoólica dos açúcares de suco de uva por leveduras e, em certos casos, por bactérias lácticas*. Assim, o vinho é um produto de transformação de matéria vegetal por microorganismos vivos, e a sua composição e evolução são diretamente ligadas aos diversos fenômenos bioquímicos que ocorrem. Isso permite compreender a extrema complexidade de sua composição química e define ainda o valor alimentar do vinho.

#### 3.1 Composição

O conhecimento da composição química do vinho permite compreender melhor os fenômenos que intervêm durante a maturação da uva, a elaboração de vinho, sua conservação e seus tratamentos.

As principais substâncias que constituem o vinho são:

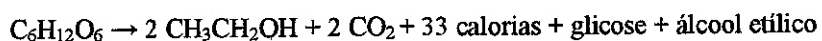
- **açúcares:** o teor de açúcar da uva varia de 15 a 30 %. Os açúcares da uva são constituídos quase que exclusivamente de *d*-glicose e *d*-frutose. Os vinhos fermentados completamente sempre apresentam frações de frutose e glicose;
- **álcoois:** O álcool etílico é, depois da água (que representa cerca de 85 a 90% do vinho), o constituinte mais importante do vinho. Normalmente, os vinhos têm uma concentração alcoólica de 10 a 13% em volume;

- **ácidos orgânicos:** os principais são: *d*-tartárico, *l*-málico e *l*-citríco (todos provenientes da uva); succínio, láctico e acético (esses provenientes da fermentação);
- **sais e minerais:** o vinho contém de 2,0 a 4,0 g/l de sais de ácidos orgânicos e minerais. Podemos citar: fosfato, sulfato, cloreto, sulfito, tartarato, malato, lactato, K, Na, Mg, Ca, Fe, Al, Cu.
- **extrato:** a quantidade de extrato (sólidos solúveis, excluídos os açúcares) determina o corpo vinho. Vinhos contendo menos de 2,0% são considerados como leves ou magros. Um vinho tinto seco de mesa encorpado deve conter 2,5% de extrato;
- **compostos fenólicos:** apresentam uma importância muito grande, pois conferem aos vinhos a coloração e grande parte do sabor. Os gostos de vinhos tintos e brancos são diferenciados pela presença de compostos fenólicos em proporções mais elevadas nos primeiros. Os principais compostos são as antocianinas, as flavonas, os fenóis-ácidos, os taninos condensados e os taninos catéquicos;
- **substâncias nitrogenadas:** existem no vinho de 1,0 a 3,0 g/l dessas. Têm pouca importância no gosto do vinho, mas são muito importantes como substâncias nutritivas indispensáveis a leveduras e bactérias. Podem ser citadas as proteínas, os polipeptídeos e os aminoácidos;
- **ésteres:** em baixa concentração são considerados constituintes favoráveis ao aroma do vinho. São eles: acetato de etila, laurato de etila, butanoato de etila, acetato de amila, acetato de pentila e acetato de hexila. Os ésteres são normalmente formados durante a fermentação pelas leveduras, pelas bactérias lácticas e acéticas e durante o envelhecimento;
- **aldeídos e cetonas:** o teor de acetaldeído indica o grau de aeração a que foi submetido o vinho;
- **vitaminas:** as vitaminas encontradas no vinho contribuem de forma modesta na ração alimentar;

- **anidrido sulfuroso:** é um composto indispensável na elaboração do vinho. O seu limite de uso varia de acordo com a legislação de cada país. No Brasil seu emprego é permitido até 350 mg/l como SO<sub>2</sub> total. O SO<sub>2</sub> apresenta caráter redutor. Atua sobre microorganismos que se desenvolvem no vinho, sendo nocivo para todos, mas em grau diferente. Sendo assim, em função dessa propriedade e da dose empregada, age como elemento seletivo dos microorganismos. Por causa dessa característica, até o presente não existe outro produto capaz de substituí-lo;
- **pH:** seu conhecimento é de suma importância, visto que por ele se pode avaliar a resistência do vinho contra a infecção bacteriana. O valor de concentração de íons H<sup>+</sup> nos vinhos é da ordem de 0,001 a 0,0001 g/l, que representa pH de 3 a 4.

### 3.2 Tipos de Fermentação

- **Fermentação Alcoólica:** No processo de fermentação alcoólica de açúcares, os principais produtos, álcool etílico e gás carbônico são produzidos em proporções equimolares, conforme a equação de Gay – Lussac:



Ao lado de etanol e gás carbônico, formam acetaldeído, glicerol, 2,3-butilenoglicol, ácido láctico, ácido succínico, ácido cítrico, como produtos resultantes da fermentação alcoólica, e que contribuem para o sabor e aroma do vinho. Os ésteres como acetato de etila, são também formados pela esterificação de ácidos orgânicos fixos, como os ácidos tartárico e málico, também catalisados pelas enzimas da levedura.

- **Fermentação Malolática:** É uma transformação biológica ocasionada por bactéria, que pode ser observada após o término da fermentação alcoólica. Consiste essencialmente na descarboxilação bacteriana do ácido málico em ácido láctico, com liberação de gás carbônico. Esse fenômeno ocorre naturalmente em muitos vinhos tintos de mesa.

A fermentação malolática apresenta três efeitos no vinho: reduz a acidez fixa; estabiliza o vinho assegurando que a fermentação malolática não ocorra quando engarrafado; pode aumentar o aroma do vinho.

### 3.3 Conservação

Terminada a fermentação, o vinho deverá receber cuidados durante a sua estocagem, a fim de conservá-lo. O vinho deve ser periodicamente atestado. O atesto consiste na operação de suprir o espaço vazio do recipiente com o vinho. Normalmente o vinho conservado em recipientes de madeira, pela ação de evaporação, tende a deixar um espaço vazio. Esse espaço vazio se torna foco de desenvolvimento de microorganismos aeróbicos indesejáveis ao vinho.

### 3.4 Envelhecimento de Vinhos

De forma geral, o envelhecimento é realizado ao abrigo de oxigênio, como nos casos de vinhos de mesa, e notadamente nos vinhos finos, conservando-os com precaução, limitando ao máximo a dissolução de oxigênio, sempre protegendo-os com ligeira sulfitagem.

A cor do vinho tinto se modifica durante o envelhecimento e fornece uma idéia de sua idade.

Quanto ao envelhecimento de vinho na garrafa apresentam-se opiniões muitas vezes errôneas. Atribuía-se o envelhecimento na garrafa ao efeito do oxigênio que penetra no vinho através da rolha; a cortiça permitiria ao vinho “respirar”; alguns até

perfuram as cápsulas metálicas para facilitar o envelhecimento. Na realidade, a quantidade de oxigênio que penetra normalmente na garrafa arrolhada e deitada, posição na qual a rolha de cortiça é umedecida e entumescida, é ínfima, senão praticamente nula. O vinho não envelhece nas garrafas graças ao oxigênio; ao contrário, eles envelhecem graças à ausência do mesmo, pois a penetração do referido gás o prejudica. É pelo fenômeno inverso da oxidação, isto é, pela redução, que se desenvolve o processo de envelhecimento na garrafa.

### 3.5 Alterações no Vinho

São de três tipos: microbianas, enzimica e química.

- **Microbianas:** O vinho, desde sua preparação e conservação, está sujeito às alterações microbianas, as quais podem depreciá-lo e mesmo torná-lo impróprio ao consumo. Essas alterações são denominadas de doenças do vinho. Existem duas categorias de doenças microbianas: aeróbicas e anaeróbicas. Basicamente são responsáveis pela azedia.
- **Enzimica:** Esse tipo de alteração é denominada de *casse oxidásica*. Ocorre nos vinhos provenientes de uvas sem condição sanitária. Os vinhos apresentam uma tendência de se turvar e escurecer quando em contato com o ar. Essa turvação se inicia pela presença de polifenoloxidase no vinho, fazendo com que o vinho tome uma coloração mais escura e um gosto de amargo. Pode-se evitar esse processo, empregando-se dose conveniente de SO<sub>2</sub>.
- **Química:** As alterações de natureza química podem ser de três tipos: *casse fêrrica* (teor elevado de ferro no vinho), *casse cúprica* (turvação devido ao excesso de cobre enriquecido durante a manipulação inadequada do vinho) e *casse protéica* (floculação de proteínas naturais de vinhos brancos).

#### **4 PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO VINHO**

Para o projeto de uma boa adega é necessário entender os fatores que influenciam a qualidade e durabilidade de um vinho. A partir da literatura especializada, pode-se verificar que para os diversos tipos de vinhos, as condições de armazenagem ou guarda são muito importantes e não devem ser negligenciadas, sob pena de deterioração do produto.

Os fatores a serem considerados são:

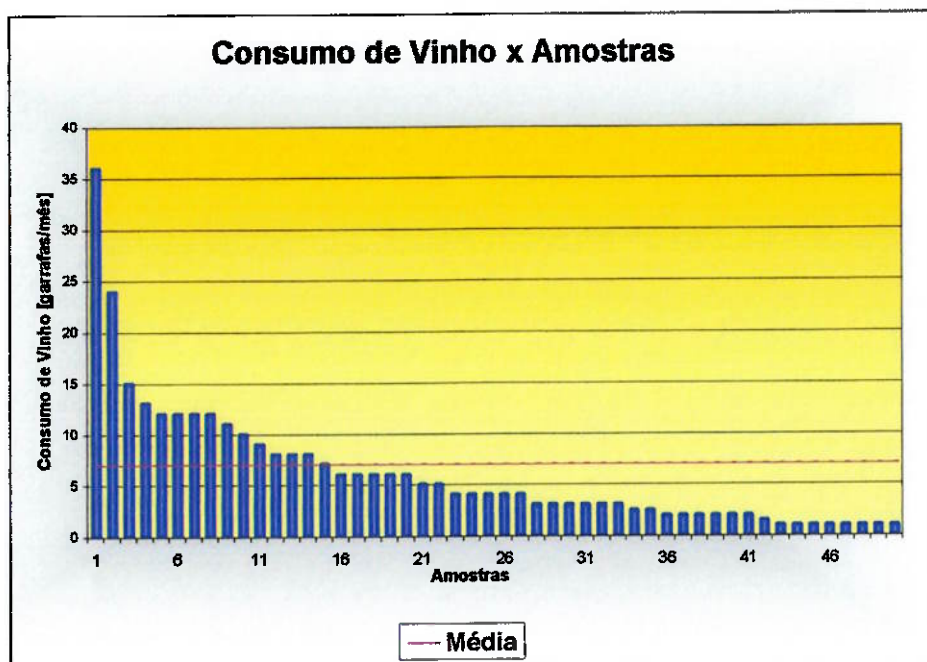
- 1. temperatura de armazenamento:** é fundamental que a temperatura seja adequada para que o vinho se preserve pelo tempo esperado. A temperatura ideal para o armazenamento é de aproximadamente 15°C, variando pouco entre os diversos tipos de vinhos. Porém, é fundamental que a temperatura de armazenamento não sofra grandes oscilações sob pena de afetar a qualidade do produto; o ideal é que a oscilação não seja maior do que 2°C;
- 2. luminosidade:** os vinhos sofrem uma aceleração no processo de deterioração quando expostos a fontes luminosas. Desta forma, toda e qualquer fonte de luz deve ser evitada. A utilização da iluminação artificial só deve ser usada quando necessária;
- 3. posição da garrafa:** as garrafas de vinho devem ser armazenadas sempre na posição horizontal para evitar o ressecamento das rolhas e conseqüente entrada de oxigênio nas garrafas, pois isto desencadeia o processo de oxidação do vinho, que levará à sua transformação em vinagre;
- 4. umidade:** a umidade no local onde os vinhos são armazenados deve ser controlada para evitar o surgimento de fungos na rolha;
- 5. vibração:** se a garrafa ficar exposta a vibrações freqüentes a qualidade do vinho será afetada pois a movimentação da bebida acelera o processo de oxidação do produto.

## 5 PESQUISA DE MERCADO

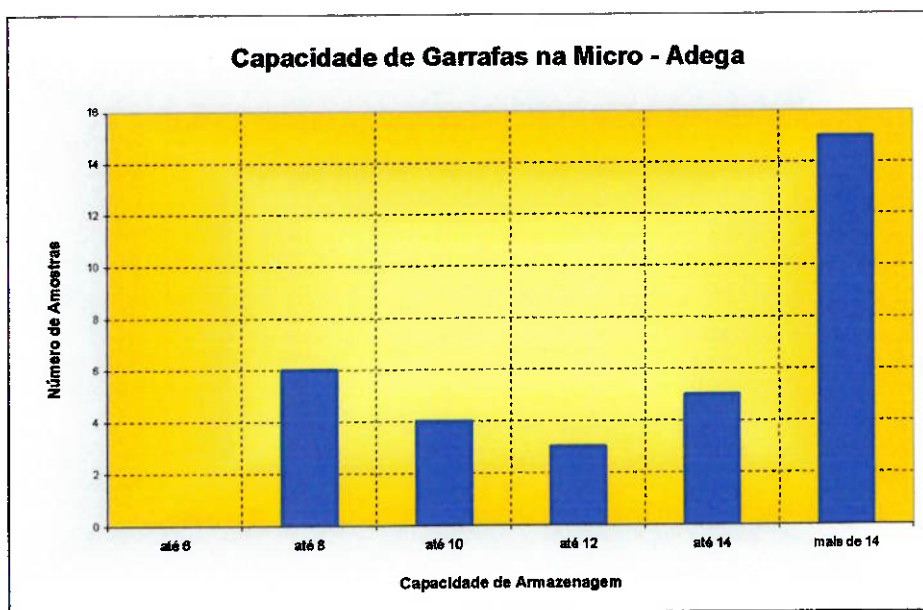
Para melhor entender as necessidades do público alvo foi aplicado um questionário, apresentado no Anexo A, com o intuito de observarmos as preferências, o consumo médio de vinho e, principalmente, o interesse na aquisição de uma micro-adeega climatizada residencial e, em caso afirmativo, qual a capacidade desejada.

O espaço amostral da pesquisa (50 pessoas, ressaltando que pessoas residentes de uma mesma casa perfazem um só questionário) foi escolhido entre pessoas pertencentes à classe média e apreciadoras de vinho, que corresponde ao nicho de mercado que esse projeto visa atingir. Os principais resultados da pesquisa foram:

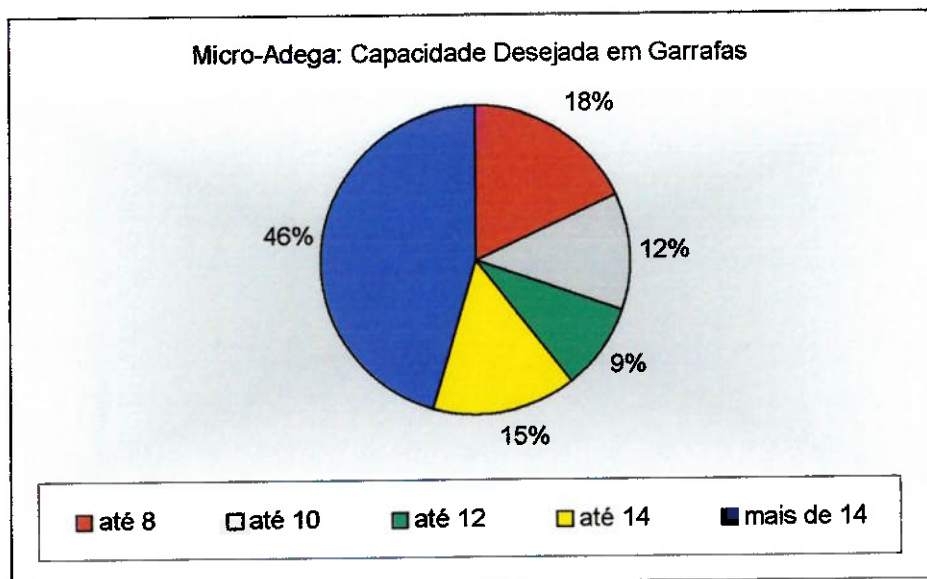
- **preferências:** 78% dos entrevistados têm preferência por vinho tinto;
- **aceitação do projeto:** 68% dos pesquisados gostariam de ter uma micro-adeega climatizada de baixo custo;
- **consumo médio:** dentre aqueles que opinaram de forma positiva, a média de consumo é da ordem de 7 garrafas/mês, como mostrado na Fig. 1.
- **capacidade da adeega:** dentre os interessados na aquisição, a distribuição (em termos absolutos e percentuais) da capacidade desejada pode ser verificada nas Figs. 2 e 3.



**Figura 1:** Consumo de vinho



**Figura 2:** Capacidade de garrafas desejada (em termos absolutos de interessados)



**Figura 3:** Capacidade de garrafas desejada (em porcentagem de interessados)

## 6 PARÂMETROS DE PROJETO

Com base nos fatores que influenciam a preservação do vinho e nos resultados da pesquisa de mercado realizada, foram definidos os seguintes parâmetros técnicos para o projeto:

- **temperatura de armazenamento:**  $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- **consumo diário:** 4 garrafas por dia (como um fator de super estimação);
- **capacidade de armazenamento:** 15 garrafas posicionadas horizontalmente;
- **volume de câmara de armazenamento e espessura do isolamento:** o volume da câmara será de  $0,0525 \text{ m}^3$  (300 mm de largura x 350 mm de profundidade x 500 mm de altura), e o isolamento deve ter uma espessura menor ou igual a 30 mm; essa limitação de espessura justifica-se pelo fato de que a micro-adega está sendo projetada para uso residencial, e desta forma deve obrigatoriamente possuir dimensões similares aos principais eletrodomésticos encontrados no mercado, de forma a poder ser instalado em cozinhas já prontas sem grandes dificuldades.
- **luminosidade interna:** não;
- **vibração e ruído:** o equipamento deve apresentar níveis mínimos de vibração e níveis de ruído inferiores ou similares aos produzidos por eletrodomésticos como geladeiras e freezers, visto que o produto é para uso residencial.

## 7 AVALIAÇÃO DA CARGA TÉRMICA

Com os parâmetros de projeto determinados, a próxima etapa do projeto é o avaliação da carga térmica a ser retirada pelo sistema de refrigeração:

Como existem dois tipos de isolantes térmicos tipicamente utilizados no mercado (espuma de poliuretano e poliestireno expandido) o cálculo da perda de calor por transmissão será efetuado para esses dois isolantes, e posteriormente uma avaliação técnico-econômica será determinar o isolante térmico mais adequado ao escopo do projeto.

### 7.1 Ganho de Calor por Transmissão

O ganho de calor por transmissão é dado pela somatória dos ganhos por cada uma das superfícies envoltórias do equipamento (paredes, teto e piso da câmara de refrigeração) que podem ser estimados por:

$$\dot{Q}_{paredes} = UA_{paredes} (T_o - T_i) \quad (1)$$

$$\dot{Q}_{teto} = UA_{teto} (T_o - T_i) \quad (2)$$

$$\dot{Q}_{piso} = UA_{piso} (T_o - T_i) \quad (3)$$

Onde:  $U$  = coeficiente global de transferência de calor;

$A$  = área da superfície;

$T_o$  = temperatura externa;

$T_i$  = temperatura interna.

Sabe-se que a espessura ótima do isolante (que minimiza custos iniciais e operacionais) resulta em um fluxo de calor da ordem de  $9,3 \text{ W/m}^2$ , e desta forma tem-se que:

$$U_{\text{ótimo}} = \frac{\dot{Q}}{A(T_o - T_i)} = \frac{9,3}{T_o - T_i} \quad (4)$$

Sendo  $T_o = 40^\circ\text{C}$  (apesar da temperatura ambiente em São Paulo ser consideravelmente inferior a  $40^\circ\text{C}$ , este tipo de equipamento é enquadrado como refrigerador e sendo assim, deverá atender às normas adequadas, segundo as quais  $T_o$  deve ser  $43^\circ\text{C}$ ) e  $T_i = 15^\circ\text{C}$ , tem-se que  $U_{\text{ótimo}} = 0,372 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , e dessa forma pode-se estimar a espessura ótima do isolante a partir da Eq. (5):

$$U_{\text{ótimo}} = 0,372 = \left( \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{e_{\text{ótimo}}}{k} + \frac{1}{h_i}} \right) \quad (5)$$

Onde:  $h_o$  = coeficiente de transferência de calor por convecção no exterior da câmara;

$e_{\text{ótimo}}$  = espessura ótima do isolante;

$k$  = condutividade térmica do isolante;

$h_i$  = coeficiente de transferência de calor por convecção no interior da câmara.

Os valores ótimos de espessura obtidos para os dois isolantes analisados, apresentados nos itens 7.1.1 e 7.1.2, ficaram acima do parâmetro de projeto pré-estabelecido (30 mm). Assim, foram adotadas espessuras próximas ao limite pré-estabelecido e foram recalculados os valores do coeficiente global  $U$ . Por fim foram avaliados os ganhos de calor para os dois tipos de isolamento, como mostrado nos itens 7.1.1 e 7.1.2.

### 7.1.1 Espuma de Poliuretano

Sendo:

$$U_{\text{ótimo}} = 0,372 \text{ W/m}^2.\text{K};$$

**Tabela 1:** Determinação da Espessura Ótima – Espuma de Poliuretano

	Paredes	Teto	Piso
$h_o \text{ [W/m}^2.\text{K]}$	8,3	6,1	9,3
$k \text{ [W/m.K]}$	0,025	0,025	0,025
$h_i \text{ [W/m}^2.\text{K]}$	8,3	6,1	9,3
$e_{\text{ótima}} \text{ [mm]}$	61	59	62

É importante observar que, para o isolante espuma de poliuretano, há outro limitante de espessura que é o custo de matéria prima, visto que o escopo do projeto busca o desenvolvimento de uma micro-adega de baixo custo. Sendo assim a espessura adotada para este isolante é de 20 mm. A análise de custos é apresentada posteriormente.

Logo:

**Tabela 2:** Variáveis para Determinação da Perda por Transmissão – Espuma de Poliuretano

	Paredes	Teto	Piso
$U$	0,9606	0,8866	0,9852
$A$	0,650	0,105	0,105
$\Delta T$	25	25	25

Finalmente temos:

$$\dot{Q}_{paredes} = 15,61\text{W}$$

$$\dot{Q}_{teto} = 2,33\text{W}$$

$$\dot{Q}_{piso} = 2,59\text{W}$$

$$\dot{Q}_{transmissão\_espuma\_de\_poliuretano} = 24,59\text{W}$$

### 7.1.2 Poliestireno Expandido

Sendo:

$$U_{ótimo} = 0,372 \text{ W/m}^2.\text{K};$$

**Tabela 3:** Determinação da Espessura Ótima – Poliestireno Expandido

	Paredes	Teto	Piso
$h_o$ [W/m <sup>2</sup> .K]	8,3	6,1	9,3
$k$ [W/m.K]	0,037	0,037	0,037
$h_i$ [W/m <sup>2</sup> .K]	8,3	6,1	9,3
$e_{ótima}$ [mm]	91	87	92

A espessura adotada para este isolante é de 30 mm, valor máximo definido nos parâmetros de projeto.

Logo:

**Tabela 4:** Variáveis para Determinação da Perda por Transmissão – Poliestireno Expandido

	Paredes	Teto	Piso
$U$	0,9508	0,8782	0,9748
$A$	0,650	0,105	0,105
$\Delta T$	25	25	25

Finalmente temos:

$$\dot{Q}_{paredes} = 15,45W$$

$$\dot{Q}_{teto} = 2,31W$$

$$\dot{Q}_{piso} = 2,56W$$

$$Q_{transmissão\_poliestireno\_expandido} = 24,38W$$

## 7.2 Ganho de Calor por Produtos

O ganho de calor por produtos, neste caso, é devido à movimentação de garrafas por dia, e pode ser avaliado por:

$$\dot{Q}_{produto} = \dot{Q}_{vinho} + \dot{Q}_{embalagem} \quad (6)$$

Supondo o vinho composto apenas por água e etanol, com teor alcoólico de 12,5% temos:

$$\dot{Q}_{vinho} = \dot{m}_{água} c_{p,água} (T_E - T_i) + \dot{m}_{etanol} c_{p,etanol} (T_E - T_i) \quad (7)$$

Sendo:  $m_{\text{água}} = 2,617 \text{ kg/dia};$

$$c_{p,\text{água}} = 4184 \text{ J/kg.K};$$

$$m_{\text{etanol}} = 0,2936 \text{ kg/dia};$$

$$c_{p,\text{etanol}} = 2456 \text{ J/kg.K};$$

$$T_E = T_o = 40^\circ\text{C}$$

$$T_i = 15^\circ\text{C}$$

Tem-se que:

$$Q_{\text{vinho}} = 3,38\text{W}$$

Já o ganho de calor devido às embalagens (garrafas) pode ser estimada por:

$$Q_{\text{embalagem}} = \dot{m}_{\text{embalagem}} c_{p,\text{vidro}} (T_E - T_i) \quad (8)$$

Onde:  $m_{\text{embalagem}}$  = massa da embalagem;

$c_{p,\text{vidro}}$  = calor específico do vidro.

Sendo:  $m_{\text{embalagem}} = 1,28 \text{ kg/dia};$

$$c_{p,\text{vidro}} = 840 \text{ J/kg.K};$$

$$T_E = 40^\circ\text{C}; T_i = 15^\circ\text{C}.$$

Tem-se:

$$Q_{\text{embalagem}} = 0,31\text{W}$$

Finalmente temos o ganho de calor total por Produto:

$$\dot{Q}_{produto} = 3,69 \text{ W}$$

### 7.3 Perda de Calor Total por Infiltração

A perda de calor por infiltração pode ser estimada por:

$$Q_{infiltração} = \rho_{ar,ent} V_{cam} N_{renov} (h_{ar,ent} - h_{ar,int}) S \quad (9)$$

Onde:  $\rho_{ar,ent}$  = densidade do ar de entrada na câmara de refrigeração;

$V_{cam}$  = volume da câmara de refrigeração;

$N_{renov}$  = número de renovações de ar por dia;

$h_{ar,ent}$  = entalpia do ar que entra na câmara de refrigeração;

$h_{ar,int}$  = entalpia do ar no interior da câmara;

$S$  = fator de serviço

Sendo:  $\rho_{ar,ent} = 1,086 \text{ kg/m}^3$ ;

$V_{cam} = 0,0525 \text{ m}^3$ ;

$N_{renov} = 53,4$ ;

$h_{ar,ent} = 62.500 \text{ J/kg}$ ;

$h_{ar,int} = 44.500 \text{ J/kg}$ ;

$S = 0,6 \text{ (leve)}$ ;

Formatted: Portuguese  
(Brazil)

Tem-se que:

$$Q_{\text{infiltração}} = 0,38W$$

#### 7.4 Escolha do Isolante Térmico

Para a definição do isolante térmico mais adequado ao escopo do projeto duas características devem ser levadas em conta: custo de matéria prima e consumo de energia elétrica.

##### 7.4.1 Custo de matéria prima

É de extrema importância para o êxito do projeto que os custos de produção sejam minimizados ao máximo, desta forma um fator de suma importância na escolha do isolante térmico é o seu custo. A seguir é apresentada a comparação entre os isolantes analisados:

**Tabela 5:** Comparação entre o Custo de Fabricação dos Isolantes Térmicos

	Espuma de Poliuretano	Poliestireno Expandido
Densidade [kg/m <sup>3</sup> ]	36	19
Espessura [mm]	20	30
Volume Utilizado por unidade [m <sup>3</sup> ]	0,0172	0,0258
Preço [R\$/kg]	69,30	19,70
Custo por unidade [R\$]	42,91	9,67

Apesar de ter sido estipulada a espessura máxima de 30 mm para o isolante térmico, devido ao preço da espuma de poliuretano, consideramos conveniente reduzir esta espessura para 20 mm. Caso contrário, este isolante se tornaria inviável economicamente.

#### 7.4.2 Consumo de energia elétrica

Não adianta o produto ser acessível para o cliente, mas gerar altos gastos de operação. A seguir é apresentada a comparação entre o gasto de energia elétrica da micro-adega para cada um dos isolantes térmicos analisados:

**Tabela 6:** Comparação entre os Consumos de Energia da Micro-Adega para os Isolantes analisados

Gasto Acumulado*	Espuma de Poliuretano	Poliestireno Expandido
Após 1 ano [R\$]	220,15	218,27
Após 2 anos [R\$]	440,30	436,55
Após 3 anos [R\$]	660,45	654,82
Após 4 anos [R\$]	880,60	873,10
Após 5 anos [R\$]	1100,75	1091,34

\* considerando-se a tarifa utilizada pela Eletropaulo em novembro de 2004.

#### 7.4.3 Definição do Isolante Térmico

Com base nas análises apresentadas acima observamos que o custo de fabricação relativo ao isolante térmico pode ser reduzido em 76% se utilizado o poliestireno expandido em lugar da espuma de poliuretano, e o gasto com energia elétrica para as duas alternativas é similar. Desta forma, fica estabelecido como a melhor opção de isolante térmico o poliestireno expandido.

### 7.5 Carga Térmica Total

Após a escolha do isolante térmico mais adequado ao escopo do projeto temos o ganho de calor por transmissão estimado em 24,38W.

A carga térmica total é a somatória dos diversos ganhos calor, multiplicada por um fator de segurança de 10% e por um fator de utilização do mecanismo de refrigeração da ordem de 3 (oito horas de funcionamento por dia). Assim, tem-se:

$$CT = \left( \sum \dot{Q}_i \right) . F_S . F_U = 80,46 \text{ W}$$

## 8 DEFINIÇÃO DE TECNOLOGIA DE REFRIGERAÇÃO

Nesta etapa são apresentadas as três formas mais comuns de tecnologia de refrigeração: ciclo de compressão padrão, refrigeração por absorção e efeito Peltier e através da comparação entre as três é definida a tecnologia que será utilizada para o ciclo de refrigeração.

### 8.1 Ciclo de Compressão Padrão

Para uma melhor compreensão do funcionamento deste ciclo, o seguinte esquema simplificado deve ser analisado:

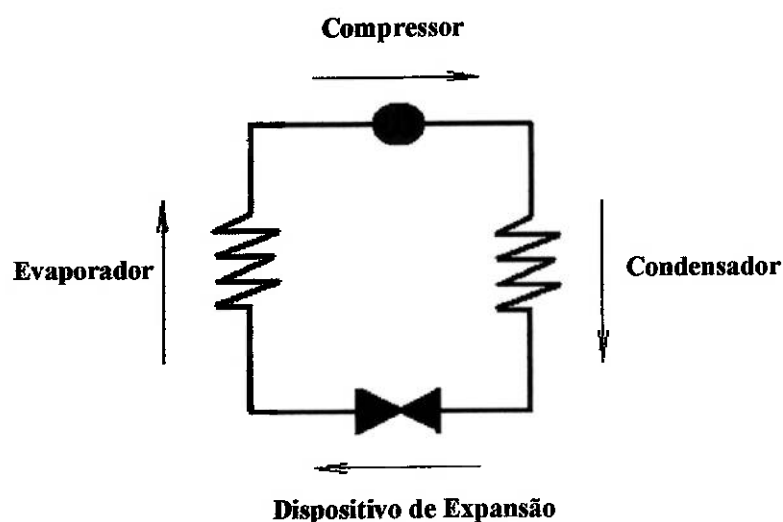


Figura 4: Ciclo padrão de refrigeração por compressão

É importante observar que o ciclo como um todo ocupa um espaço considerável, podendo ser inadequado para produtos que visam pequeno porte.

**Compressor:** promove o bombeamento do fluido refrigerante, que ao retornar do evaporador no estado gasoso é sucionado e bombeado para o

condensador, causando baixa pressão no evaporador e alta pressão no condensador. Além disso, causa uma elevação na temperatura do gás. Entretanto gera ruído e vibração consideráveis.



**Figura 5:** Foto de um compressor e esquema de um condensador

**Condensador:** tem como principal papel propiciar a dissipação do calor absorvido pelo fluido refrigerante ao longo do sistema de refrigeração. É no condensador que o gás superaquecido ao perder calor para o meio ambiente, passa do estado gasoso para o estado líquido.

**Dispositivo de Expansão:** pode ser tubo capilar ou válvula de expansão. A função do elemento de controle é criar resistência à circulação do fluido refrigerante, causando um grande diferencial de pressão entre o condensador e o evaporador. O refrigerante ainda no estado líquido passa pelo elemento de controle em direção ao evaporador, onde encontra baixa pressão.

**Evaporador:** absorve calor do ambiente interno do refrigerador, fazendo com que o refrigerante passe do estado líquido para o gasoso.

**Filtro secador:** é um elemento filtrante com material dessecante, que deve ser colocado entre o condensador e o elemento de controle, com a finalidade de reter impurezas e umidade que possa ter no sistema.

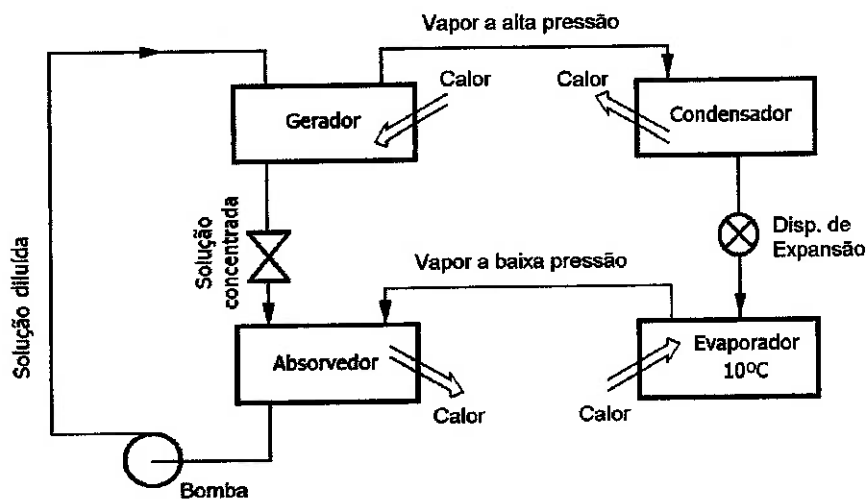
**Refrigerante:** é o fluido de trabalho do sistema de refrigeração. Há uma grande variedade de compostos que podem ser utilizados como refrigerantes. Em sistemas de pequeno porte o refrigerante mais usado é o R -134a.

**Termostato:** é através do termostato que o controle de temperatura pode ser feito.

## 8.2 Ciclo de Absorção

Através dos processos de absorção e dessorção do fluido refrigerante na fase vapor de uma solução líquida, há transferência de calor da região de baixa temperatura para a região de alta temperatura. A solução líquida normalmente é uma mistura binária entre o fluido refrigerante e um sal; uma mistura muito comum é água-brometo de lítio.

A figura a seguir, mostra de forma simplificada o ciclo de refrigeração por absorção:



**Figura 6:** Ciclo por absorção

**Gerador:** Região onde ocorre a separação do refrigerante da substância absorvente. É no gerador que ocorre a dessorção.

**Condensador:** É nele em que há transferência de calor para o meio devido a condensação do refrigerante.

**Válvula de Expansão:** Apresenta a função de diminuir a pressão entre o condensador e o evaporador.

**Evaporador:** Ocorre a evaporação do refrigerante, por causa da transferência de calor do meio a ser refrigerado para o evaporador.

**Absorvedor:** Ocorre a absorção do refrigerante pela solução. Nele ocorre transferência de calor para o meio.

**Bomba:** Transfere solução mais diluída do absorvedor para o gerador.

No ciclo por absorção o calor é o insumo energético e por analogia ao ciclo padrão de compressão, o conjunto absorvedor-bomba-gerador executa o papel do compressor. Assim, o ciclo de absorção consome basicamente calor, enquanto o ciclo de compressão consome trabalho.

Entre algumas vantagens desse ciclo, podemos destacar: baixo consumo de energia elétrica, equipamentos com baixa vibração (originada na bomba), baixo impacto ambiental e os rejeitos térmicos podem ser recuperados e usados como insumo energético. A sua desvantagem é sua inviabilidade para sistemas que demandam baixa carga térmica de refrigeração.

### 8.3 Ciclo de Refrigeração por Efeito Peltier

Placas de efeito Peltier, também conhecidas como pastilhas termoeletricas utilizam o efeito resfriador ou aquecedor ao se fazer passar corrente elétrica contínua por dois condutores. Com uma voltagem aplicada entre os pólos, cria-se um diferencial de temperatura entre as faces opostas da placa. Basicamente, as pastilhas são formadas por semicondutores do tipo-p e tipo-n. Esses elementos semicondutores são soldados entre duas placas cerâmicas, eletricamente em série e termicamente em paralelo.

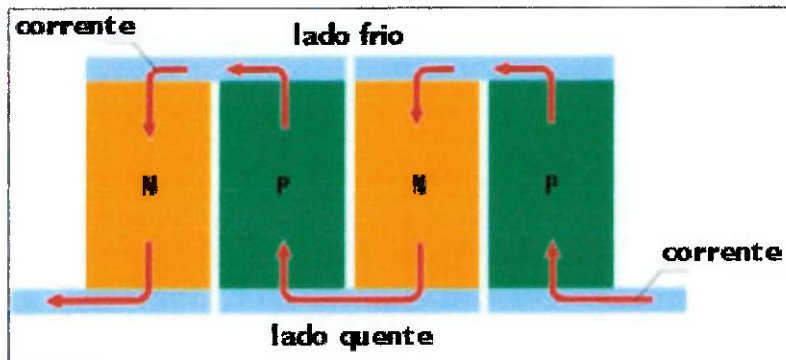


Figura 7: Semicondutores tipo-n e tipo-p

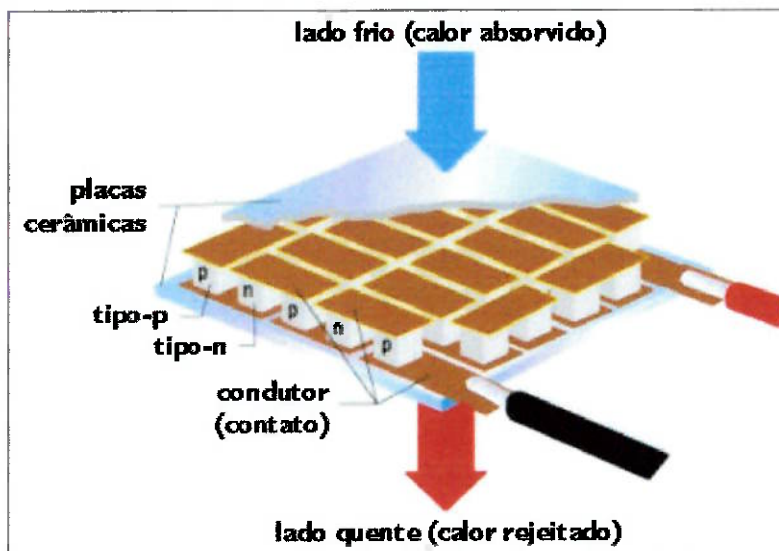


Figura 8: Esquema de uma pastilha termoelétrica

Para se evitar superaquecimento das placas, o uso de dissipadores de calor e ventiladores é obrigatório tanto do lado quente quanto do lado frio. Para a montagem, recomenda-se o uso de pasta térmica entre a placa e o dissipador, para que se aumente a eficiência de troca térmica.

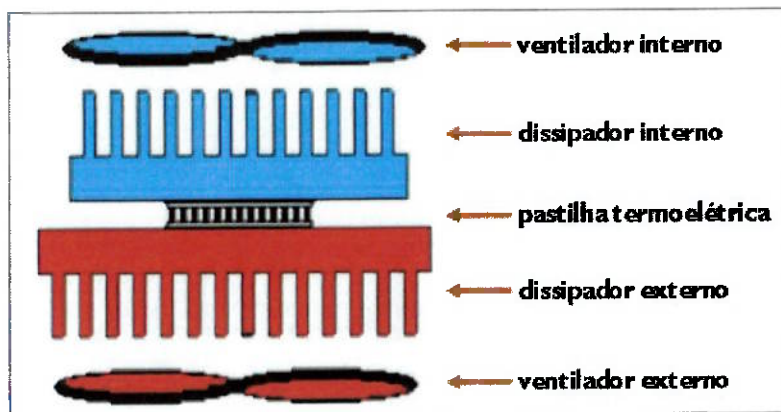


Figura 9: Configuração típica para montagem

Entre as vantagens do uso dos módulos peltier, podemos destacar: é extremamente leve, possui controle de temperatura preciso, é totalmente silencioso, não há vibração, requer menos espaço físico que os ciclos por compressão e absorção e requer menos manutenção.

Vale ressaltar que cada pastilha tem seu próprio limite da quantidade de calor que ela pode transferir, conhecido como  $Q_{max}$ . A corrente elétrica associada ao  $Q_{max}$  é conhecida como  $I_{max}$ , e a voltagem correspondente como  $V_{max}$ .

#### 8.4 Matriz de Decisão

Após o estudo das três opções de tecnologia de refrigeração consideradas é realizada a escolha da opção mais apropriada. Para isto é desenvolvida uma matriz de decisão, a qual considera diversos parâmetros atribuídos de pesos de acordo com o seu grau de importância. Os parâmetros considerados são apresentados a seguir:

- **viabilidade:** avalia a possibilidade de utilização da tecnologia levando em conta a capacidade de refrigeração desejada;

- **custo:** avalia o custo total do sistema de refrigeração, incluindo todos os seus componentes e a sua montagem. É de extrema importância visto que o projeto tem como uma de suas premissas o baixo custo e sendo assim recebe peso 3;
- **vibração:** avalia a vibração gerada pelo sistema de refrigeração. Como a micro-adega tem o objetivo de preservar o vinho e a vibração gera como consequência a redução da durabilidade da qualidade do vinho este parâmetro recebe peso 2;
- **ruído:** avalia o ruído produzido pelo sistema de refrigeração enquanto este esta operando. Como o ruído não prejudica a qualidade nem a durabilidade do vinho, apesar de ser um produto residencial, este parâmetro recebe peso 1;
- **espaço:** avalia o espaço ocupado pelo sistema de refrigeração. Como este parâmetro não afeta a qualidade do produto recebe peso 1.

Tabela 7: Matriz de Decisão de Tecnologia de Refrigeração

	Peso	Ciclo de Absorção	Ciclo de Compressão	Efeito Peltier
Viabilidade	---	Inviável	Viável	Viável
Custo	3	6	7	8
Vibração	2	8	5	9
Ruído	1	9	6	10
Espaço	1	7	7	10
RESULTADO	---	50	44	62

A utilização do Ciclo de Absorção como sistema de refrigeração é inviável devida a baixa carga de refrigeração requisitada pela micro-adeaga.

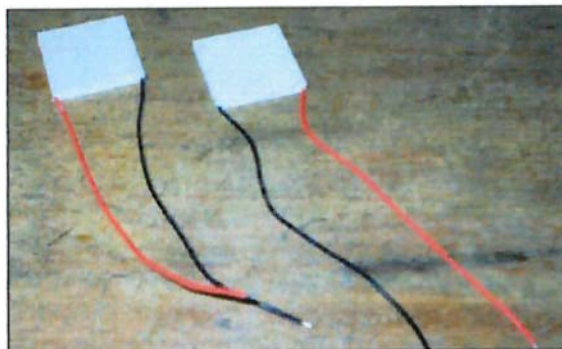
Os valores atribuídos aos demais parâmetros foram feitos de forma comparativa, de acordo com as características de cada ciclo, já apresentadas. É importante observar que quanto maior o valor atribuído melhor o desempenho do sistema de refrigeração no parâmetro.

Como resultado fica evidente que, para o escopo deste projeto, a melhor opção de refrigeração é a utilização do Efeito Peltier.

## 9 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Com a tecnologia de refrigeração ideal determinada, foi montado um protótipo da micro-adega para ensaio e verificação do seu funcionamento na prática.

A seguir são apresentadas algumas fotos do protótipo, seus componentes e seu ensaio:



**Figura 10:** Pastilhas termoeletricas utilizadas



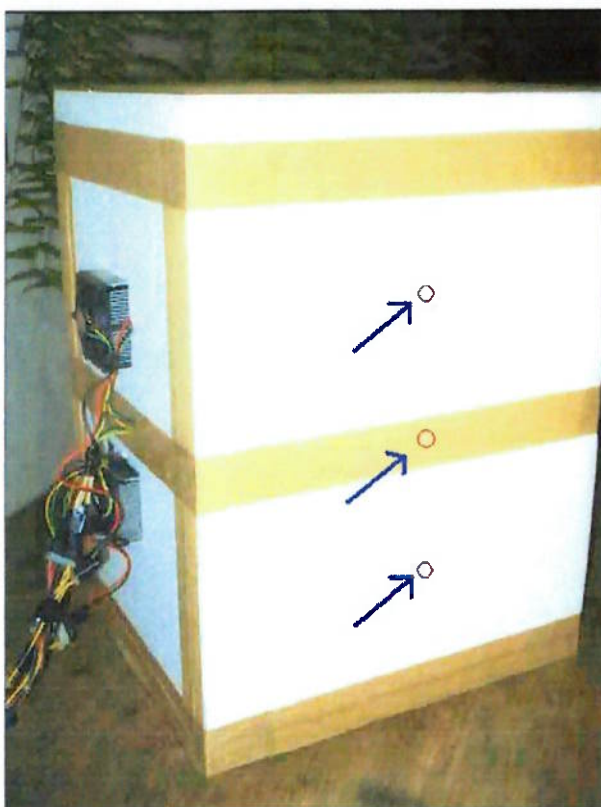
**Figura 11:** Sistema de Refrigeração montado



**Figura 12:** Protótipo – vista interna



**Figura 13:** Protótipo – visão geral



**Figura 14:** Indicação das alturas onde são tomadas medidas de temperatura do ar

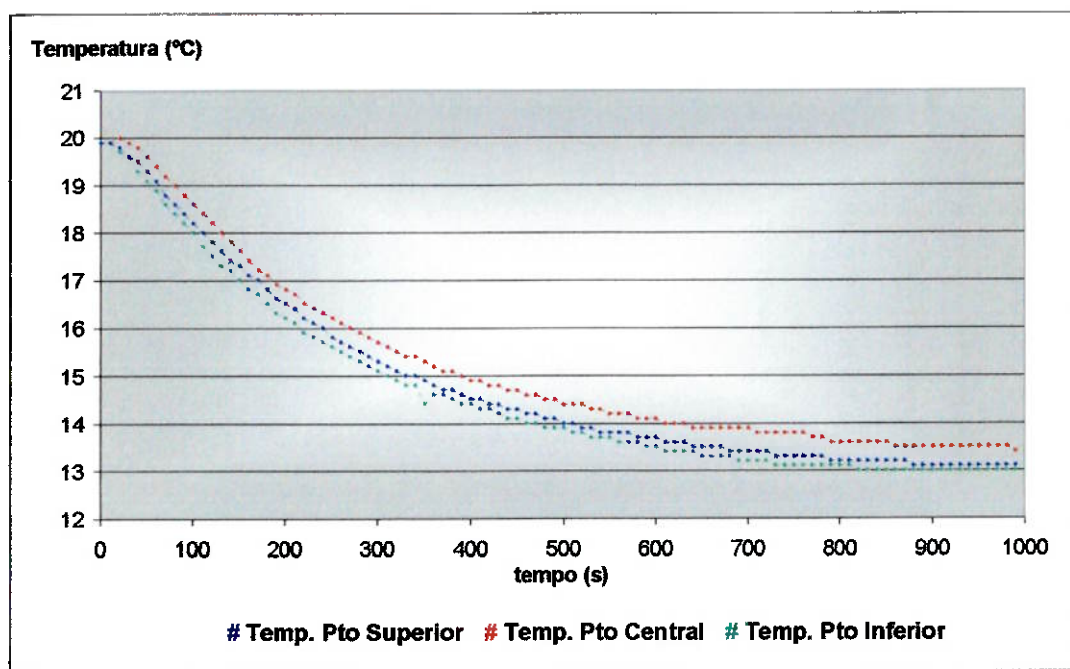


**Figura 15:** Protótipo – durante ensaio

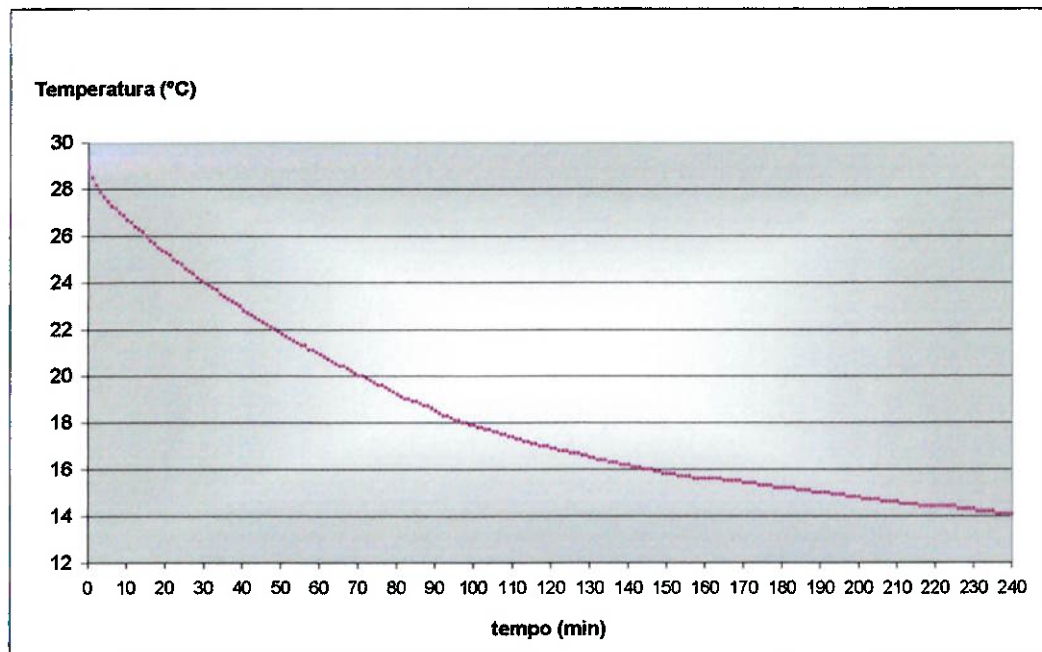
Foram realizados cinco ensaios:

- Determinação da curva de variação da temperatura do ar em função do tempo no ponto central da câmara de refrigeração vazia;
- Determinação da curva de variação da temperatura do ar em função do tempo 125 mm acima do ponto central da câmara de refrigeração vazia;
- Determinação da curva de variação da temperatura do ar em função do tempo 125 mm abaixo do ponto central da câmara de refrigeração vazia;
- Determinação da curva de variação da temperatura do vinho em função do tempo para uma garrafa colocada na câmara;
- Determinação da curva de variação da temperatura do vinho em função do tempo para 15 garrafas colocadas na câmara.

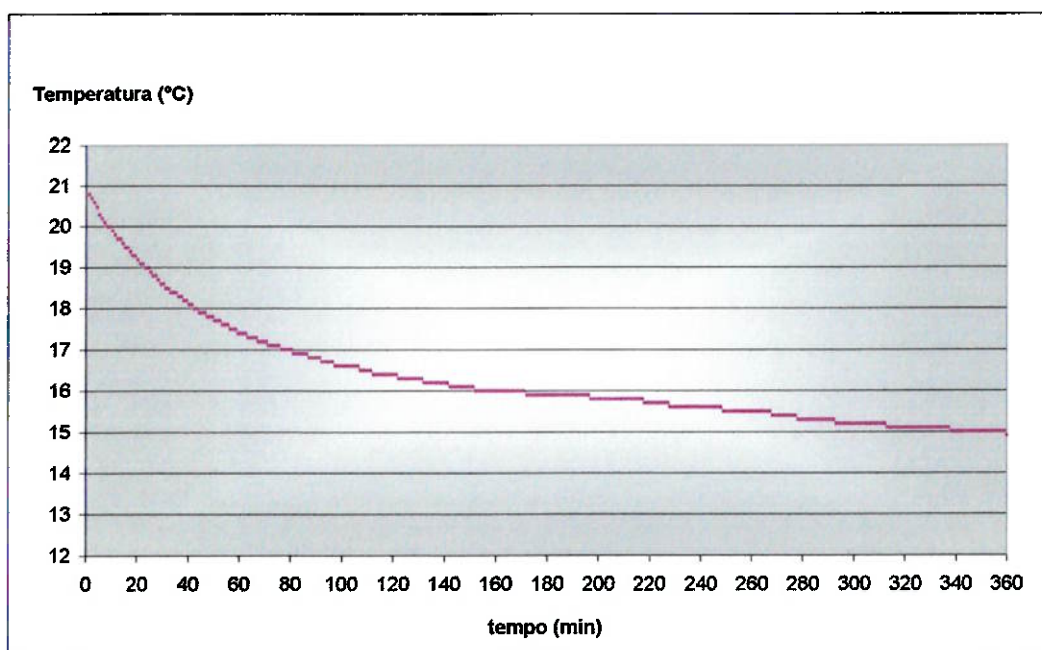
Os gráficos a seguir apresentam os resultados desses ensaios:



**Figura 16:** Curva de Temperatura do Ar x Tempo



**Figura 17:** Curva de Temperatura do Vinho x Tempo (para uma garrafa)



**Figura 18:** Curva de Temperatura do Vinho x Tempo (para 15 garrafas)

Observa-se que a distribuição de temperaturas no interior da câmara de refrigeração da micro-adega é consideravelmente homogênea apresentando uma leve tendência a temperaturas mais baixas nas regiões mais próximas aos sistemas de circulação de ar.

Além disso, os tempos necessários para obtenção de condições de regime permanente são satisfatórias, principalmente no uso diário onde a micro-adega já está em funcionamento com diversas garrafas refrigeradas e algumas garrafas são trocadas ou adicionadas, o que indica que a capacidade de refrigeração do equipamento está adequadamente dimensionada.

## 10 PLANO DE NEGÓCIOS

Para finalizar o trabalho elaborou-se um plano de negócios que envolve uma série de variáveis como o custo final de produção, a viabilidade econômica de comercialização, o volume ideal de produção, o preço de venda do produto, carga tributária sobre a empresa.

Entretanto esta não é uma tarefa simples, pois a definição de uma variável afeta diretamente as demais. O volume de vendas do produto aliado ao seu preço de venda afeta diretamente o tipo de empresa que deve ser aberta (micro empresa ou pequena empresa) e este por sua vez define a carga tributária sobre o produto alterando seu custo final de produção, o qual pode alterar o preço de venda do produto.

Desta forma realizou-se um estudo sobre todas as possibilidades existentes e de forma iterativa, através de algumas simulações, chega-se a definição do plano de negócios.

Como a idéia inicial do projeto é que a micro-adega seja vendida por aproximadamente 500 reais faz-se inicialmente uma estimativa de quantas unidades poderiam ser comercializadas por mês de acordo com o tipo de empresa. As micro-empresas podem ter faturamento bruto anual de até R\$ 120.000, o que limitaria a comercialização em cerca de 20 unidades por mês.

Já as pequenas empresas podem ter faturamento bruto anual de até 1.200.000 reais, o que limitaria a comercialização em cerca de 200 unidades por mês. Uma pesquisa realizada junto a um vendedor de vinhos e adegas sobre a venda de produtos similares no mercado indica que a produção deve ser de pelo menos 150 micro-adegas por mês, de forma que a princípio opta-se por uma pequena empresa.

Agora é preciso verificar qual o custo unitário de produção, para verificar a viabilidade de venda do produto por aproximadamente 500 reais. Este custo compõe-se não apenas do custo dos componentes que constituem o produto, mas também pelo aluguel do terreno da fábrica, salários e encargos trabalhistas dos funcionários, e impostos, entre outros.

Para a produção das micro-adegas o local ideal é um armazém, com pelo menos 300 m<sup>2</sup>, localizado em algum bairro próximo de São Paulo, porém com aluguel relativamente baixo. Através de uma pesquisa em jornais e imobiliárias verifica-se que um armazém com cerca de 450 m<sup>2</sup> na zona oeste de São Paulo, na região de Barueri é alugado por cerca de R\$ 5.000,00.

Uma entrevista com operários que trabalham montando equipamentos condicionadores de ar que já trabalharam em montagens de adegas revela que um operador leva em média 8 horas para montar uma unidade. Assim são necessários 8 funcionários para a produção mensal de 200 unidades (produção esta um pouco superior a mínima indicada pela pesquisa, entretanto máxima permitida para que a empresa fature 1.200.000,00 por ano e seja taxada como pequena empresa). Considerando também a contratação de uma secretária e que os gastos com taxas, impostos e Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) elevam o valor do salário em cerca de 75 % para o empregador e que o auxílio de um contador trabalhando como terceiro é muito importante e custa cerca de R\$ 800,00 por mês temos até o momento o seguinte custo:

$$\text{Custo devido ao aluguel: } \frac{5000}{200} = \text{R\$25/unidade}$$

$$\text{Custo devido aos salários: } \frac{9 \cdot 1,75 \cdot 513,50 + 800,00}{200} = \text{R\$44,44/unidade}$$

Agora é preciso calcular os custos para aquisição de todos os componentes que compõe a micro-adega para em seguida calcular a tributação sobre o produto. A Tab. 8 a seguir apresenta estes componentes e os seus respectivos preços. A partir desta tabela tem-se que:

$$\text{Custo Total dos Componentes} = \text{R\$ 312,15 / unidade}$$

Preços dos Componentes da Micro-Adega

Componente	Quantidade	Preço Unitário
Chapa de Aço Zincado “blank”	1	28,35
Poliestireno Expandido	1	9,70
Pastilha Termoeletrica “Peltier”	2	60,00
Pasta Térmica	1	0,10
Ventilador mais conjunto de Aletas	4	15,00
Termostato	1	14,00
Fonte AC/DC	1	49,00
Grelha de apoio das garrafas	4	3,00
Pino	10	0,10
Ímã	1	2,00
Embalagem de Papelão + Plástico bolha	1	1,00
Distribuição	--	15,00

Como a empresa é uma pequena empresa pode pagar seus encargos através do Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e Pequenas Empresas (SIMPLES) que tem por objetivo facilitar a vida dos micro e pequeno empresários. No SIMPLES a empresa paga através de uma única parcela correspondente a um percentual do seu faturamento bruto os seguintes encargos:

- Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)
- PIS-Pasep
- Contribuição Social sobre o Lucro (CSL)
- Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS)
- Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)
- Contribuições Previdenciárias a cargo de Pessoa Jurídica

- Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS)
- Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN)

O percentual varia de acordo com o faturamento bruto da empresa e é apresentado a seguir:

**Tabela 8:** Percentuais aplicáveis pelo SIMPLES

Receita Bruta anual [R\$]	Percentuais aplicáveis
Até 240.000,00	8,85
De 240.000,01 até 360.000,00	9,45
De 360.000,01 até 480.000,00	10,05
De 480.000,01 até 600.000,00	10,65
De 600.000,01 até 720.000,00	11,25
De 720.000,01 até 840.000,00	11,85
De 840.000,01 até 960.000,00	12,45
De 960.000,01 até 1.080.000,00	13,05
De 1.080.000,01 até 1.200.000,00	13,65

Da tabela tem-se que para este caso o percentual aplicável é de 13,65 % resultando:

$$Encargos = \frac{0,1365 * 100.000,00}{200} = R\$68,25 / unidade$$

Sendo assim o custo total de produção unitário é estimado em aproximadamente R\$ 450,00, e para um valor final de venda de R\$ 500,00 por unidade resulta um lucro mensal da ordem de R\$ 10.000,00, correspondente a uma margem de lucro de 10%.

## 11 CONCLUSÕES

Após a realização desse trabalho, conclui-se que:

Há um grande nicho de mercado apreciador de vinho, a chamada classe média, que tem interesse na aquisição de uma micro-adega climatizada de baixo custo, entretanto, este nicho permanece inexplorado devido a ausência deste produto no mercado nacional. Atualmente as adegas disponíveis para aquisição no mercado ou possuem uma capacidade de armazenamento muito elevada para uso residencial sendo destinadas principalmente para restaurantes, ou então possuem preços muito altos (cerca de R\$ 2000,00) e são importadas.

A tecnologia de refrigeração mais adequada ao projeto é a utilização de pastilhas termoelétricas que funcionam através da utilização do efeito Peltier, pois além de ser uma tecnologia silenciosa e que não gera problemas de vibração, mostrou-se bastante eficiente durante a realização do ensaio do protótipo. Ao mesmo tempo a utilização de um ciclo de absorção é inviável devido a baixa carga de refrigeração requisitada por uma adega deste porte e o ciclo padrão de refrigeração por compressão mostrou-se além de mais caro inadequado no que diz respeito a preservação da integridade do vinho e ao ruído produzido em um ambiente residencial. É importante observar também que a refrigeração do produto pode ser feita em menos tempo ainda utilizando outras pastilhas termoelétricas, vide anexo [C], e sem aumento do custo de fabricação do produto, porém com o ônus do aumento de consumo de energia elétrica por parte do produto.

Finalmente o plano de negócios evidencia a viabilidade de comercialização do produto por aproximadamente R\$ 500,00, valor este tomado como meta no início de trabalho possibilitando um lucro mensal de aproximadamente R\$ 11.000,00.

## 12 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- [1] Academia do Vinho. Belo Horizonte. **Apresenta dados sobre vinhos.**  
Disponível em: <<http://www.academiadovinho.com.br>>. Acesso em: 23 de Abril de 2004.
- [2] Instituto da Vinha e do Vinho. Portugal. **Apresenta dados sobre os vinhos.**  
Disponível em: <<http://www.ivv.min-agricultura.pt>>. Acesso em: 23 de Abril de 2004.
- [3] Empresa Marco Luigi LTDA. Bento Gonçalves. **Apresenta dados sobre os vinhos.** Disponível em: <<http://www.marcoluigi.com.br>>. Acesso em: 15 de Abril de 2004.
- [4] Art des Caves. São Paulo. **Apresenta dados sobre os vinhos.** Disponível em: <<http://www.artdescaves.com.br>>. Acesso em: Maio de 2004.
- [5] Aliança Revestimentos. Arujá. **Apresenta dados sobre isolantes térmicos.**  
Disponível em: <<http://www.aliancarevestimentos.com.br>>. Acesso em: 16 de Outubro de 2004.
- [6] Revista Tudoimper. São Paulo. **Apresenta preços de diversos materiais e isolantes térmicos para construção.** Disponível em:  
<[http://www.tudoimper.com.br/pag\\_cotacoes.asp](http://www.tudoimper.com.br/pag_cotacoes.asp)>. Acesso em: 16 de Outubro de 2004.
- [7] FIORELLI, F. A. S. **Apostila de Refrigeração Industrial e Comercial.**
- [8] STOECKER, W. F.; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar Condicionado.** McGraw-Hill, 1985.
- [9] STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S. **Refrigeração Industrial.** Edgard Blücher LTDA, 1994.

Formatted: Portuguese  
(Brazil)

- [10] DACK, S. T.; VEIGA, E. **Refrigeração de Micro-processadores** .
- [11] Arctic Silver. **Fabricante de pastas térmicas**. Disponível em: <http://www.arcticsilver.com>>. Acesso em: Dezembro de 2004
- [12] Pacheco Imóveis. **Imobiliária**. Disponível em: <http://www.pachecoimoveis.com.br/pesqLoc.asp>>. Acesso em: Dezembro de 2004
- [13] Jornal Folha de São Paulo. **Classificados**. Acesso em: Dezembro de 2004
- [14] INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. **Fundamentals of Heat and Mass Transfer**. 5th ed. John Wiley & Sons, 2002, 977p.
- [15] BRASIL (Leis e Decretos) – Decreto Federal nº 73.267 de 6 de dezembro de 1973. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade – regulamentação geral de bebidas**. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 de setembro de 1974. Seção I – Parte I, suplemento ao nº 181, pp. 70-72.
- [16] AMERINE, M.A., BERG, H.W. e CRUESS, W.V. **The technology of wine making**. 2<sup>nd</sup> edition, the AVI Publishing Company, Inc., 799 pp., 1967.

## ANEXO A – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE MERCADO

### Pesquisa de Opinião para o Trabalho de Formatura

#### 1-Dados Pessoais:

Nome:  
Profissão:  
Telefone:  
Data de Nascimento:

#### 2-Dados Fornecidos:

Preferências: \*      Tinto      ( )  
                                 Branco      ( )  
                                 Outro      ( )

*\* Obs: Preencher com valores de 1 a 3, sendo que 1 representa a maior preferência.*

Consumo de vinho (garrafas/mês):      Tinto:  
   Branco:  
   Outro:

Gostaria de ter uma micro-adega climatizada em casa?    SIM ( ) NÃO ( )

Se sim, com capacidade para aproximadamente quantas garrafas?

até 6      ( )  
até 8      ( )  
até 10      ( )  
até 12      ( )  
até 14      ( )  
mais de 14      ( )

## ANEXO B – RESULTADOS DA PESQUISA DE MERCADO

Amostra	Consumo	Têm Interesse em Adquirir a Adega?
1	36	SIM
2	24	SIM
3	15	SIM
4	13	SIM
5	12	NÃO
6	12	NÃO
7	12	SIM
8	12	SIM
9	11	NÃO
10	10	SIM
11	9	SIM
12	8	SIM
13	8	SIM
14	8	SIM
15	7	SIM
16	6	NÃO
17	6	SIM
18	6	SIM
19	6	SIM
20	6	SIM
21	5	NÃO
22	5	SIM
23	4	SIM
24	4	SIM
25	4	SIM
26	4	SIM
27	4	NÃO
28	3	SIM
29	3	SIM
30	3	NÃO
31	3	SIM
32	3	NÃO
33	3	NÃO
34	2,5	NÃO
35	2,5	NÃO
36	2	SIM
37	2	NÃO
38	2	SIM
39	2	SIM
40	2	SIM
41	2	NÃO
42	1,5	NÃO
43	1	SIM
44	1	NÃO
45	1	SIM
46	1	NÃO
47	1	SIM
48	1	SIM
49	1	SIM
50	1	SIM

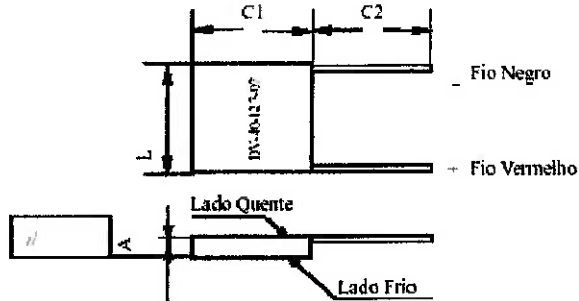
Capacidade Máxima Desejada	Amostras
Até 8 garrafas	6
Até 10 garrafas	4
Até 12 garrafas	3
Até 14 garrafas	5
Mais que 14 garrafas	15

## ANEXO C – TABELA DE PASTILHAS TERMOELÉTRICAS

Modelo	Temperatura Ambiente = 27°C			Dimensões (mm)		
	I <sub>max</sub> (A)	Q <sub>max</sub> (W)	V <sub>max</sub> (V)	Com.	Larg.	Altura
DV-15-017-03	3	3.6	2.0	15	15	4.9
DV-20-031-03		6.5	3.8	20	20	
DV-30-071-03		14.9	8.5	30	30	
DV-40-127-03		26.7	15.4	40	40	
DV-15-017-04	4	4.8	2.0	15	15	4.5
DV-20-031-04		8.7	3.8	20	20	
DV-30-071-04		20.1	8.5	30	30	
DV-40-127-04		35.6	15.4	40	40	
DV-15-017-05	5	6	2.0	15	15	4.2
DV-30-071-05		24.9	8.5	30	30	
DV-40-127-05		44.5	15.4	40	40	
DV-15-017-06	6	7.1	2.0	15	15	3.8
DV-20-031-06		13.1	3.8	20	20	
DV-30-071-06		29.8	8.5	30	30	
DV-40-127-06		53.3	15.4	40	40	
DV-15-017-07	7	8.3	2.0	15	15	3.8
DV-30-071-07		34.8	8.5	30	30	
DV-40-127-07		62.2	15.4	40	40	
DV-20-031-08	8	17.4	3.8	20	20	3.3
DV-30-071-08		39.8	8.5	30	30	3.8
DV-40-127-08		71.1	15.4	40	40	
DV-50-127-08		71.1	15.4	50	50	5.1
DV-40-127-09	9	80.1	15.4	40	40	3.4
DV-15-017-10	10	11.9	2.0	15	15	3.3
DV-30-071-10		49.7	8.5	30	30	
DV-40-127-10		88.9	15.4	40	40	4.5
DV-50-127-10				50	50	
DV-62-127-10				62	62	
DV-50-127-12	12	106.7	15.4	50	50	4.2
DV-50-127-14	14	124.4	15.4	50	50	4.3
DV-50-127-15	15	133.3	15.4	50	50	3.6
DV-62-127-30	30	266.7	15.4	62	62	4.8

## ANEXO D - DATA SHEET DA PASTILHA DV-40-127-07

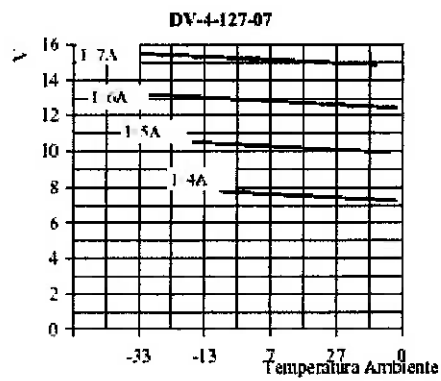
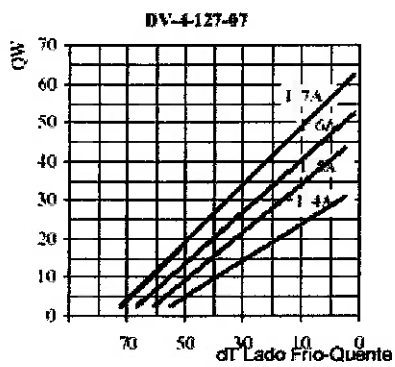
### 1.1 Diagrama



### 1.2 Dimensões e Especificações

C1 (mm)	L (mm)	A (mm)	L2 (mm)	Paralelismo
39.5±0.2	39.5±0.2	3.82±0.1	150±3	≤0.05

Pares	$I_{max}$ (A)	$V_{max}$ (V)	$Q_{max(w)}$ $dT=0$	$dT_{max}$ (C) $Q=0$	$R(\Omega)$
127	6.5±0.2	15.4	60.6	68	1.68±0.1



**ANEXO E – DESENHOS DO PROTÓTIPO EM 3D**