

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA**

**Processos Emergentes de Produção e
Conservação de Alimentos**

Rui Carlos Santana Faustino

Projeto

Mestrado em Tecnologia de Alimentos

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Dra Margarida C. Vieira, ISE- Universidade do Algarve

2013

Processos Emergentes de Produção e Conservação de Alimentos

Declaração de autoria do trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam na listagem de referências incluída.

" A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado o crédito ao autor e editor. "

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, incluindo aquelas que disponibilizaram o seu tempo a responder ao inquérito.

À Prof. Doutora Margarida Vieira, um especial agradecimento pelo apoio oferecido durante a elaboração deste trabalho.

Resumo

Durante as últimas décadas, novos processos tecnológicos têm continuado a emergir na indústria alimentar. Estes processos emergentes utilizam métodos térmicos, como por exemplo o aquecimento óhmico e métodos não térmicos avançados tais como alta pressão hidrostática, impregnação por vácuo, embalagens de libertação controlada, luz pulsada, atmosfera modificada, desidratação osmótica, ultrassons, radiação ultravioleta, entre outros.

Como resultado das elevadas exigências dos consumidores para alimentos mais frescos, nutritivos, menos processados e sem aditivos, novas técnicas de tratamento continuam a ser estudadas e desenvolvidas para aumentar valores funcionais e nutricionais.

Este trabalho teve como objetivo conhecer o comportamento dos consumidores portugueses em relação a estas novas tecnologias, de forma a avaliar o sucesso desses produtos no mercado. Para isso foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o intuito de recolher informações sobre essas tecnologias e um inquérito sobre as mesmas.

Foi feita uma sondagem a nível nacional, que englobou 642 indivíduos de ambos os sexos, com origem, idades, habilitações e rendimentos diferentes.

A sondagem permitiu concluir que a informação que existe no nosso país acerca das tecnologias emergentes é muito pouca, e é necessário que o consumidor esteja informado das vantagens e benefícios dessas tecnologias para que os produtos produzidos pelas mesmas tenham sucesso.

Observa-se também que a percentagem de indivíduos que demonstram certo grau de preocupação em relação aos produtos processados por estas tecnologias é baixa para todas as tecnologias.

O medo que estas tecnologias provoquem o cancro, é o fator mais relevante na opinião dos inquiridos que se mostram preocupados.

A radiação ultravioleta é a tecnologia que mais preocupa os portugueses e também a que apresenta maior percentagem do fator medo que provoque o cancro. Os ultrassons, pulsos elétricos, luz pulsada e embalagens

de atmosfera modificada, também se encontram entre as tecnologias mais preocupantes. As embalagens de libertação controlada, a alta pressão hidrostática e a impregnação a vácuo são as tecnologias menos preocupantes na óptica do consumidor português.

Palavras chave: Tecnologias emergentes; tecnologias não-térmicas; sondagem ao consumidor; opinião do consumidor; informação ao consumidor; conservação de alimentos.

Abstract

In the last decades, novel processing technologies have been emerging in the food industry. These emerging food processes use thermal methods, such as ohmic heating and advanced non-thermal methods such as hydrostatic high pressure, vacuum impregnation, controlled released packaging, pulsed light, modified atmosphere packaging, osmotic dehydration, ultrasounds, ultraviolet radiation, among others.

As a result of the consumer's higher demand for fresher food products, more nutritive, less processed and without additives, new treatment techniques continue to be studied and developed to increase functional and nutritional values.

This work aimed to study the behaviour of the portuguese consumers regarding these novel technologies and evaluate the success of those products in the portuguese market. With that propose a literature review was carried out to collect information about those technologies and a survey on the consumers opinion on them.

A national survey was done, with 642 responses from people from both sexes and different places, ages, education and wages.

The survey showed that in Portugal there is a lack of information about these novel technologies and it is necessary to inform consumers of the novel technologies advantages and benefits for the success of those products.

It can also be observed that the rate of consumers that show some concern about products processed with these technologies is low for all the presented technologies.

The fear that these technologies may cause câncer is the main factor in the opinion of the consumers that show some concern.

Ultraviolet radiation is the most concerning technology in the opinion of the portuguese and it is also the one with the highest rate of the factor "fear that may cause câncer". Ultrasounds, pulsed electric fields, pulsed light and modified atmosphere packaging are also in the top technologies of concern. Controlled released packaging, hydrostatic high pressure and vacuum

impregnation are the least technologies of concern in the portuguese consumers perspective.

Keywords: Novel technologies; non-thermal technologies; consumer opinion; consumer survey; consumer information; food preservation.

Lista de abreviaturas

ADN – Ácido Desoxirribonucleico

ARN – Ácido Ribonucleico

°C – Graus Celsius

cm – centímetro

DO – Desidratação Osmótica

ELC – Embalagens de Liberação Controlada

EUA – Estados Unidos da América

FDA (Food and Drug Administration) – Administração de comidas e medicamentos.

h - Horas

HHP (High Hydrostatic Pressure) – Alta Pressão Hidrostática

Hz – Hertz

IV – Impregnação a Vácuo

J – Joule

LP – Luz Pulsada

PASW – Predictive Analytics Software

PE – Pulsos Elétricos

PCE – Pulsos de Campo Elétrico

PVC (Polyvinil Chloride) – Policloreto de Vinil

pH – potencial Hidrogénico

MAP (Modified Atmosphere Packaging) – Embalagens de Atmosfera Modificada

m – Metro

m² – Metro quadrado

mm – Milímetro

mg – Miligrama

MHz – Megahertz

MPa –Mega Pascal

Nm – Nanómetro

kHz – Quilohertz

kV - Quilovolt

s – Segundo

S – Siemens

SPSS - Statistical Product and Service Solutions

Torr - Torricelli

UHT (Ultra High Temperatures) - Temperaturas Ultra Altas

US – Ultrassons

UV – Ultravioleta

μ – Micro

Índice

1. Introdução	16
1.1. Processos Térmicos	19
1.1.1. Pasteurização	20
1.1.2. Esterilização	20
1.1.3. Branqueamento	22
1.1.4. Desidratação ou Secagem	22
1.2. Processos não Térmicos	23
1.2.1. Alta Pressão Hidrostática	23
1.2.1.1. Vantagens da utilização de HHP	25
1.2.1.2. Desvantagens da utilização de HHP	26
1.2.1.3. Exemplos de aplicações e produtos	26
1.2.2. Desidratação Osmótica	27
1.2.2.1. Vantagens da utilização do processo de DO	31
1.2.2.2. Desvantagens da utilização do processo de DO..	31
1.2.3. Impregnação Por Vácuo.....	32
1.2.3.1. Vantagens da utilização do processo IV	35
1.2.3.2. Desvantagens da utilização do processo de IV ...	36
1.2.4. Embalagens de Libertação Controlada	36
1.2.4.1. Embalagens de Libertação Antimicrobiana	37
1.2.4.2. Embalagens de Libertação Antioxidante	39
1.2.4.3. Embalagens de Libertação de Aromas e Sabor ...	40
1.2.4.4. Vantagens da utilização de ELC	41
1.2.4.5. Desvantagens da utilização de ELC	41
1.2.5. Radiação Ultravioleta	42
1.2.5.1. Vantagens da utilização do processo de UV	47
1.2.5.2. Desvantagens da utilização do processo de UV ...	47
1.2.6. Luz Pulsada.....	47
1.2.6.1. Vantagens da utilização da LP	49
1.2.6.2. Desvantagens da utilização da LP	49
1.2.6.3. Exemplos de aplicações e produtos	50
1.2.7. Pulsos Elétricos.....	50

1.2.7.1. Parâmetros do processo	52
1.2.7.1.1. Intensidade do pulso elétrico	52
1.2.7.1.2. Tempo de tratamento	52
1.2.7.1.2. Temperatura de tratamento	52
1.2.7.2. Características do produto	53
1.2.7.3. Suscetibilidade dos microrganismos à aplicação de PCE	53
1.2.7.4. Vantagens da utilização de PCE	54
1.2.7.5. Desvantagens da utilização de PCE	54
1.2.7.6. Exemplos de aplicações e produtos	54
1.2.8. Embalagens de Atmosfera Modificada	55
1.2.8.1. Vantagens da utilização de ELC	58
1.2.8.2. Desvantagens da utilização de ELC	60
1.2.9. Ultrassons	61
1.2.9.1. Efeitos da utilização de US	64
1.2.9.1.1. Efeito em células vivas: Estimulação de atividade	64
1.2.9.1.2. Efeito em células vivas: Destruição sonoquímica	65
1.2.9.1.3. Efeito em enzimas	66
1.2.9.1.4. Efeito emulsificador	67
1.2.9.2. Vantagens da utilização de US	68
1.2.9.3. Desvantagens da utilização de US	68
2. Metodologia.....	69
2.1. Elaboração dos inquéritos.....	69
2.2. Tamanho da amostra.....	69
2.3. Meios utilizados.....	70
3. Resultados e Discussão	70
3.1. Distribuição dos inquéritos	70
3.2. Conhecimento por parte dos inquiridos em relação a cada produto.....	73

3.3.	Opinião dos consumidores em relação aos produtos processados com estas tecnologias emergentes	76
3.4.	Tipos de problemas relacionados com a aceitação dos produtos que envolvem estas tecnologias	85
3.5.	Opinião dos consumidores em relação às informações contidas nos rótulos dos produtos processados com as tecnologias mencionadas.....	96
3.6.	Relação entre a informação do produto e a aceitação do mesmo.....	97
3.7.	Gostaria de ver um pequeno texto ou folheto explicativo sobre a tecnologia aplicada junto ao produto?.....	98
3.8.	Acredita que a ciência pode melhorar a indústria alimentar	99
3.9.	Quais dos processos emergentes não inspiram total confiança aos consumidores.....	100
4.	Conclusões Gerais	102
5.	Recomendações para trabalhos futuros	104
6.	Referências Bibliográficas	105
	Anexo 1 – Inquérito sobre processos emergentes de produção e conservação de alimentos	116
	Anexo 2 – Resultado dos Inquéritos	121
	Anexo 3 – Gráficos complementares	147

Índice de Figuras

Figura 1 – Desenho esquemático de um equipamento industrial de HHP com duas bombas	23
Figura 2 – Exemplo da aplicação uniforme de HHP	24
Figura 3 – Produtos desidratados por osmose	28
Figura 4 – Tipos de soluções	28
Figura 5 - Ilustração de um equipamento para IV	35
Figura 6 – Estrutura de um filme comum de libertação antimicrobiana ativa.....	38
Figura 7 - Localização da radiação UV no espectro	43
Figura 8 - Lâmpada de UV	45
Figura 9 – Esquema de um sistema de LP	48
Figura 10 – Esquema de um sistema de PEF	51
Figura 11 – Equipamento MAP e exemplos de produtos embalados	57
Figura 12 – Localização dos Ultrassons no espectro sonoro	61
Figura 13 – Origem	70
Figura 14 – Género	71
Figura 15 – Idade	71
Figura 16 – Rendimento	72
Figura 17 – Habilitações literárias	72
Figura 18 - Comparação do conhecimento geral dos produtos processados por todas as tecnologias estudadas por parte dos consumidores	73
Figura 19 – Consumo do produto processado com a tecnologia HHP ...	76
Figura 20 – Opinião sobre o produto processado com HHP	76
Figura 21 - Consumo do produto processado com a tecnologia IV	77
Figura 22 - Opinião sobre o produto processado com IV	77
Figura 23 - Consumo do produto processado com a tecnologia ELC	78
Figura 24 - Opinião sobre o produto processado com ELC.....	78
Figura 25 - Consumo do produto processado com a tecnologia LP.....	79
Figura 26 - Opinião sobre o produto processado com LP.....	79
Figura 27 - Consumo do produto processado com a tecnologia PE.....	80
Figura 28 - Opinião sobre o produto processado com PE	80

Figura 29 - Consumo do produto processado com a tecnologia MAP	81
Figura 30 - Opinião sobre o produto processado com MAP.....	81
Figura 31 - Consumo do produto processado com a tecnologia DO.....	82
Figura 32 - Opinião sobre o produto processado com DO	82
Figura 33 - Consumo do produto processado com a tecnologia US.....	83
Figura 34- Opinião sobre o produto processado com Ultrassons	83
Figura 35 - Consumo do produto processado com a tecnologia UV	84
Figura 36 - Opinião sobre o produto processado com UV	84
Figura 37 – Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia HHP	85
Figura 38 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia IV	87
Figura 39 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia ELC.....	88
Figura 40 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia LP	89
Figura 41 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia PE	90
Figura 42 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia MAP	91
Figura 43 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de DO.....	92
Figura 44 - Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de Ultrassons	93
Figura 45 -Tipos de problema encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de UV.....	94
Figura 46 - Opinião acerca da informação contida nos rótulos dos produtos.....	96
Figura 47 – Informação versus aceitação	97
Figura 48 – Opinião sobre a necessidade da existência de informação sobre a tecnologia aplicada junto ao produto	98
Figura 49 - Relação entre a ciência e as melhorias na indústria alimentar.....	99

Figura 50 – Quais as tecnologias que menos confiança inspiram aos
consumidores portugueses 100

1. Introdução

Todos os alimentos e produtos alimentares sofrem deterioração, dependendo da sua composição, embalagem e armazenamento. A deterioração do alimento está presente em qualquer fase, entre a aquisição da matéria-prima e o consumo do produto final, podendo ser acelerado ou minimizado em qualquer uma dessas fases (Gould, 1995). As principais causas de deterioração podem ser classificadas como: 1) Físicas – relacionadas com a humidade, levando a alterações de textura; 2) Químicas – relacionadas com a oxidação (provocando rancidez oxidativa), perda de cor e reação de Maillard (causando descoloração e mudança na textura); 3) Enzimáticas – relacionadas com alterações provocadas por enzimas, que podem gerar, escurecimento enzimático (polifenoloxidasas), rancidez lipolítica (lipases), rancidez oxidativa (liopoxigenases), gelatinização, mudança no sabor e na textura (proteases); 4) Microbianas relacionadas com alterações provocadas por microrganismos patogénicos (Gould, 1995).

Embora a maior parte das técnicas de preservação tenha como meta controlar todas as formas de deterioração que possam acontecer, a prioridade será sempre minimizar a ocorrência e o crescimento de microrganismos patogénicos (Lindgren *et al.*, 2002; Gould, 1995). O processamento térmico tem sido a técnica mais utilizada para aumentar o tempo de prateleira pela inativação de microrganismos. Contudo esse tratamento causa reações indesejáveis que alteram a qualidade dos alimentos (Lado e Yousef, 2002).

As tecnologias não térmicas têm vindo a ser muito estudadas, porque apresentam melhores benefícios para o produto final, obtendo-se produtos com menores alterações nutricionais e sensoriais. Embora estas tecnologias emergentes apresentem um futuro promissor, muitas delas ainda demonstram algumas limitações. A aplicação de processos não térmicos depende do tipo de alimento a ser processado. Por exemplo, a alta pressão é benéfica na utilização de alimentos líquidos e alguns sólidos, enquanto que a utilização de pulsos elétricos é mais adequada em alimentos líquidos, já a irradiação é maioritariamente usada em produtos sólidos (Barbosa-Cánovas *et al.*, 1998).

As vantagens dos tratamentos não térmicos envolvem principalmente uma baixa temperatura de processamento, menores gastos de energia, maior capacidade de retenção do sabor e nutrientes, além da inativação de microrganismos e enzimas (Vega-Mercado *et al.*, 1997; Ross *et al.*, 2003).

As tecnologias não térmicas compreendem, pulsos elétricos, alta pressão hidrostática, luz pulsada, atmosferas modificadas, impregnação por vácuo, entre outros.

A crescente necessidade do mercado consumidor por produtos de alta qualidade exige a utilização de tecnologias, que aumentem a segurança microbiológica na produção, a vida útil do produto, e que proporcionem alterações mínimas na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos. Tais tecnologias, diferentes dos processos tradicionais, visam diminuir as perdas de componentes termo sensíveis, responsáveis por estas qualidades sensoriais e nutricionais (Leistner & Gorris, 1995; Hoover, 1997).

Além de preservarem as características do alimento, as novas tecnologias devem também preservar o meio ambiente, revelando preocupação com o equilíbrio entre a produção e o consumo de alimentos.

A partir destas novas tecnologias surgiram novos produtos, o julgamento e a aceitação destes pelo consumidor determinará o seu sucesso ou fracasso comercial, representando deste modo a avaliação da tecnologia utilizada e do produto final obtido (Zimmerman *et al.*, 1994; Frewer *et al.*, 1995).

Os alimentos processados por novas tecnologias apresentam problemas para os investigadores interessados no comportamento, escolha e aceitação dos consumidores destes produtos.

Como em todos os produtos alimentares, otimizar as suas qualidades sensoriais é crucial para o sucesso dos mesmos. Contudo otimizar apenas essas qualidades sensoriais por si só pode não ser o suficiente para o seu sucesso no mercado. Existem outros fatores extrínsecos relacionados com o produto e com a perspectiva dos consumidores em relação ao produto, uma vez que a percepção do consumidor em relação à qualidade dos alimentos não depende só das suas características sensoriais (MacFie, 2007).

Nem todas estas novas tecnologias são igualmente aceites por partes dos consumidores.

A aceitação dos consumidores é crucial para o sucesso do desenvolvimento de novos produtos (MacFie, 2007). Assim a atitude dos consumidores em relação a produtos processados com novas tecnologias deve ser tomada em conta no início do desenvolvimento do produto. Tanto as perspectivas dos consumidores como as dos produtores devem ser analisadas para que o produto tenha sucesso no mercado (Siegrist, 2008).

Normalmente os consumidores associam as novas tecnologias de processamento de alimentos a um maior risco para a saúde do que as tecnologias tradicionais. Resultados de uma sondagem feita na Suíça mostraram que os interrogados veem os alimentos irradiados, plantas e animais geneticamente modificados como sendo um assustador e desconhecido perigo ou risco alimentar (Siegrist, Keller, & Kiers, 2006).

A associação tecnologia/risco está negativamente correlacionada com a disposição para comprar um produto (Siegrist, Cousin, *et al.*, 2007).

As pessoas tendem em ter mais confiança em produtos alimentares naturais e produzidos de forma convencional, e a desconfiar de novos alimentos e tecnologias (Houtilainen & Tuorila, 2005).

Os alimentos frescos e naturais estão associados a uma melhor aparência e sabor do que os que contem aditivos ou ingredientes artificiais, tornando-os mais atraentes a nível sensorial (Steptoe, Pollard, & Wardle, 1995).

A ênfase nos benefícios de determinada tecnologia pode facilitar a aceitação pública de novos produtos, e os possíveis riscos associados às tecnologias são percebidos como mais sérios quando considerados “artificiais”, reforçando a ideia de que “o natural é mais seguro” (Hoban, 1996).

A perceção destas características parece ser um fator importante na aceitação de novas tecnologias.

Os consumidores parecem ser hesitantes a aceitar novas tecnologias alimentares associadas a potenciais novos riscos sem nenhum benefício aparente. É de extrema importância que o publico em geral esteja informado de possíveis benefícios das novas tecnologias e produtos alimentares.

A maioria dos consumidores precisa de algum tipo de informação sobre os produtos obtidos por novas tecnologias, entretanto as questões relacionadas com a aceitação de tais tecnologias, não podem ser resolvidas apenas por campanhas publicitárias (Hamstra *et al.*, 1996). Um dos caminhos seria melhorar a rotulagem de forma a alcançar a expectativa do consumidor, associando outras fontes de informação confiáveis que atinjam uma grande faixa da população consumidora.

A reação dos consumidores em relação às novas tecnologias para a produção de alimentos está inteiramente relacionada com a credibilidade e confiança nas fontes de informação sobre os aspectos de segurança do produto final (Frewer *et al.*, 1995). A credibilidade na informação permite ao consumidor admitir os benefícios da nova tecnologia em termos de saúde pública e qualidade ambiental (Hoban, 1996).

Muitas empresas já reconhecem a importância do consumidor no crescimento e desenvolvimento dos seus negócios, e conseqüentemente estão a destinar mais recursos para pesquisas de mercado, de maneira a que o consumidor lucre com produtos seguros e com qualidade, vistos sob todos os ângulos.

1.1 Processos térmicos

Na maioria dos métodos tradicionais de preservação, os alimentos são submetidos a elevadas temperaturas por um determinado período de tempo, causando por vezes alterações indesejadas nos produtos, como alteração na cor, sabor e perdas funcionais ou nutritivas (Parish, 1998).

Existem diferentes tipos de tratamento pelo calor, como por exemplo a pasteurização, esterilização, secagem, branqueamento, entre outros.

1.1.1 Pasteurização

O método de pasteurização cujo nome é em homenagem a Louis Pasteur, o primeiro a perceber que havia possibilidade da inativação de microrganismos deterioradores em vinho por meio da aplicação de calor. A pasteurização tem como objetivo principal a destruição de microrganismos patogênicos associados ao alimento. Um objetivo secundário é aumentar a vida de prateleira do produto reduzindo as taxas de alterações microbiológicas e enzimáticas. Os produtos pasteurizados podem conter, ainda, muitos organismos vivos capazes de crescer, o que limita a sua vida de prateleira. Assim, este processo é, muitas vezes, combinado com outros métodos de conservação e muitos produtos pasteurizados são armazenados sob refrigeração (Potter & Hotchkiss, 1995).

Existem três tipos de pasteurização:

- Pasteurização lenta (LTLT- Low Temperature Large Time), na qual utiliza-se temperaturas menores durante um maior intervalo de tempo. Este tipo é mais utilizado para pequenas quantidades de leite. A temperatura utilizada é de 65 °C durante aproximadamente 30 minutos (Potter & Hotchkiss, 1995).
- Pasteurização rápida (HTST- High Temperature Short time), na qual utiliza-se altas temperaturas durante curtos intervalos de tempo. A temperatura utilizada é de 75 °C durante 15 a 20 segundos (Potter & Hotchkiss, 1995).
- Pasteurização muito rápida (UHT- Ultra High Temperature), na qual as temperaturas utilizadas vão de 130 a 150 °C durante 3 a 5 segundos (Potter & Hotchkiss, 1995).

1.1.2 Esterilização

Quando se fala em esterilização na indústria alimentar estamos a falar de esterilização comercial, ou seja, não se atinge temperaturas em que tornaria o alimento completamente estéril. Se isso acontecesse, o alimento tratado não se tornaria interessante para consumo do ponto de vista nutricional e sensorial. Segundo Potter & Hotchkiss (1995), a esterilização comercial refere-se a um tratamento térmico que inativa todos os

microrganismos patogênicos e deterioradores que possam crescer sob condições normais de armazenamento. Os alimentos comercialmente estéreis podem conter um pequeno número de esporos bacterianos termorresistentes, que não se multiplicam no alimento. A maioria dos alimentos enlatados são comercialmente estéreis, tendo uma vida de prateleira de pelo menos dois anos. Mesmo após esse período de armazenamento, a deterioração, geralmente, ocorre devido a alterações não microbiológicas. Para reduzir as perdas nutricionais e sensoriais nos alimentos tratados pelo calor, o ideal é submeter os alimentos ao menor tempo de exposição ao calor possível e utilizar temperaturas mais altas, atingindo assim bons resultados no que se refere à segurança microbiológica (Potter & Hotchkiss, 1995).

As temperaturas e tempos específicos de esterilização dependem do tipo de alimento em questão e varia entre os 100 e os 140 °C. A temperatura mínima a ser empregada na esterilização deve ser aquela capaz de destruir a forma vegetativa e esporulada do *Clostridium*. O *Clostridium* foi escolhido como microrganismo padrão por apresentar intensa ação tóxica e resistência ao calor. A obtenção da esterilização comercial depende de vários fatores intrínsecos do alimento, sendo o pH o de maior importância, a severidade do tratamento térmico que um alimento receberá dependerá do seu grau de acidez. Alimentos ácidos tornam-se comercialmente estéreis quando recebem aquecimentos à volta dos 100° C por um tempo adequado estimado. Isso porque se algum microrganismo ou os seus esporos que são mais resistentes ao tratamento térmico não tenham sido destruídos durante o processo térmico, eles não terão condições de se desenvolver e produzir toxinas devido ao baixo pH do meio em que se encontram. Em alimentos de baixa acidez é necessário a aplicação de temperaturas mais elevadas para a destruição dos esporos bacterianos

(<http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/26325/esterilizacao-dos-alimentos>).

1.1.3 Branqueamento

O branqueamento é frequentemente utilizado em frutas e vegetais. Este tratamento térmico tem como objetivo, inativar enzimas que possam causar reações de deterioração e escurecimento. As reações enzimáticas são responsáveis por alterações sensoriais e nutricionais, principalmente no período de armazenamento. O branqueamento também reduz a carga microbiana inicial do produto, além disso promove ainda o amaciamento dos tecidos vegetais (Azeredo, 2004).

O branqueamento é um processo, normalmente de pré tratamento e consiste em mergulhar os alimentos em água a ferver, ou vapor de água por um período não muito longo, entre 2 a 10 minutos, a uma temperatura de 70 a 80 °C. Após o branqueamento os produtos são refrigerados rapidamente até à temperatura ambiente para evitar o amolecimento excessivo dos tecidos (Azeredo,2004).

1.1.4 Desidratação ou Secagem

Na desidratação ou secagem, o objetivo é remover ou diminuir a quantidade de água no alimento, de forma a evitar que sejam criadas condições propícias para o desenvolvimento de microrganismos. O processo de secagem ou desidratação, consiste em colocar o produto num local onde passe um volume de ar seco e quente, o que promove a transferência de humidade para o ar, também pode ser feito naturalmente, deixando o produto ao sol ou num local seco, ou adicionando previamente sal de cozinha (cloreto de sódio) ao alimento. O sal desidrata o alimento por osmose e cria um ambiente desfavorável à sobrevivência dos microrganismos (Azaredo, 2004).

1.2 Processos não térmicos

1.2.1 Alta Pressão Hidrostática

Os métodos não térmicos de processamento de alimentos têm ganhado grande interesse nos últimos tempos devido ao enorme potencial que oferecem como processos alternativos ou complementares aos métodos tradicionais de conservação.

O processamento de alta pressão hidrostática é um destes métodos.

A alta pressão hidrostática teve um começo há quase um século, mas só agora começou finalmente a ser utilizada em larga escala a nível comercial. Esta tecnologia submete alimentos, que podem ser líquidos ou sólidos, embalados ou não, a pressões entre os 300 e 700 MPa, normalmente (dependendo do produto) por relativamente curtos intervalos de tempo (até 5 minutos). O produto é introduzido numa câmara de alta pressão com um fluido transmissor de pressão denominado fluido hidráulico (normalmente água) e é pressurizado com uma bomba sendo a pressão transmitida à embalagem e ao próprio alimento (Flick, 2003), a figura 1 representa esquematicamente este processo.

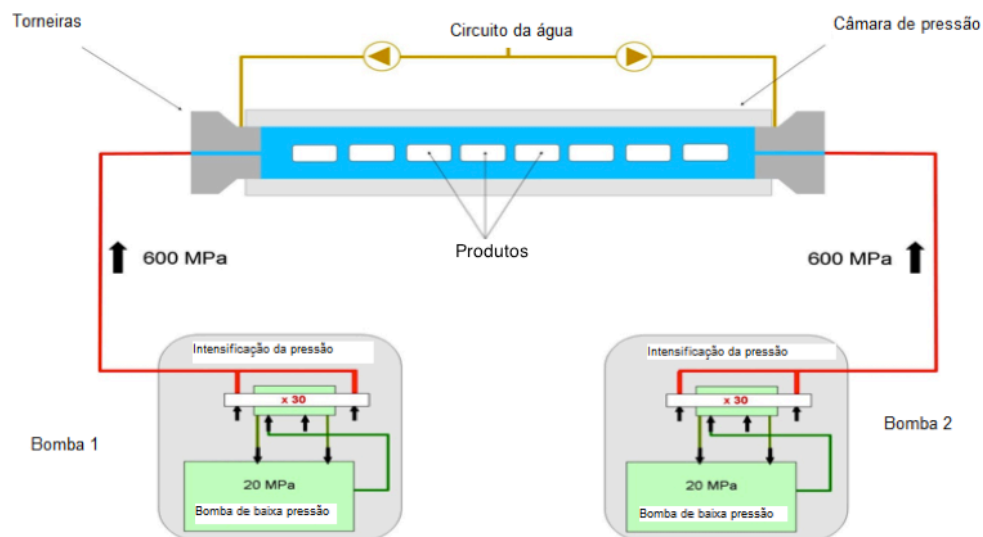


Fig. 1 – Desenho esquemático de um equipamento industrial de HHP com 2 bombas.

Fonte: (Picouet *et al.*, 2008).

A alta pressão hidrostática, não destrói o alimento porque a pressão é aplicada uniformemente em todas as direções, como é exemplificado na figura 2, mas atua sobre os microrganismos vivos da superfície e interior do alimento, inativando-os devido a afetar as estruturas moleculares dos compostos químicos necessários para o metabolismo dos mesmos (Hogan *et al.*, 2005).

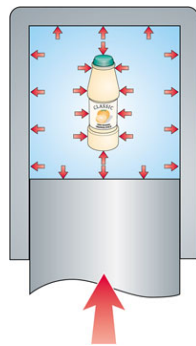


Fig. 2 – Exemplo da aplicação uniforme de HHP.

Fonte: (<http://www.avure.com/food/applications/>).

A HHP é igualmente eficaz em bactérias, vírus, parasitas, e até em alguns esporos de bactérias que são resistentes a muitos dos processos convencionais (Hogan *et al.* 2005).

Este método baseia-se em 2 princípios gerais:

- Princípio de Le Chatelier, segundo o qual, qualquer fenómeno (transição de fase, mudança de conformação molecular ou reação química) acompanhado por uma redução de volume é favorecido pelo aumento de pressão (e vice-versa). No caso de uma reação, a pressão alterará o equilíbrio na direção do sistema de menor volume (Campos, 2003).

- Princípio isostático: Que indica que a pressão é transmitida de uma forma uniforme e quase instantânea através de uma amostra biológica. O processo de pressurização, é independente do volume e da forma da amostra,

ao contrário do processo térmico. No processo de alta pressão é utilizado um líquido de baixa compressibilidade como a água (Campos, 2003).

No processo isostático, o produto é embalado em garrafa ou bolsa plástica e colocado no interior de uma câmara de pressão para ser processado. O processamento de produtos líquidos pode ser feito através de um sistema semicontínuo (fora da embalagem) utilizando 3 câmaras de pressão e um sistema de válvulas automáticas, de forma que na primeira câmara a pressão é aumentada até à pressão do processo, na segunda o produto fica sob pressão por um determinado tempo especificado, na terceira câmara o produto é descomprimido e encaminhado por embalamento assético (Campos, 2003).

1.2.1.1 Vantagens da utilização de alta pressão hidrostática

A aplicação desta tecnologia tem várias vantagens em relação ao processamento térmico. Verifica-se uma redução do tempo de processamento, as alterações físicas e químicas no produto são minimizadas, conservando-se assim a frescura, sabor, textura, aspeto e cor, sem causar alterações significativas nas qualidades nutricionais do alimento. Outra vantagem da alta pressão hidrostática é o facto de possibilitar mudanças desejáveis de textura em alguns produtos. A aplicação desta tecnologia permite a potencial redução ou eliminação de produtos químicos (Tewari *et al.*, 1999).

Alimentos com elevado grau de acidez são bons candidatos para a tecnologia de alta pressão. Atualmente esta tecnologia está a ser utilizada nos EUA, Japão e Europa numa seleção variada de produtos tais como, refeições prontas a comer, guacamole, tomate, salsa, molhos, sumos de fruta, ostras, produtos fumados, carnes cruas e processadas, patés, queijos, geleias, compotas, entre outros (Ramaswamy *et al.*, 2004).

1.2.1.2 Desvantagens/ limitações da utilização de alta pressão hidrostática

A maior desvantagem da alta pressão é o custo do equipamento, a maquinaria é complexa e requer uma elevada precisão na sua construção, utilização e manutenção. Equipamentos pequenos de HHP custam em média 451.651 €, enquanto os de maior capacidade estão à volta dos 1.279.680 €. Outra desvantagem é que a HHP é maioritariamente utilizada em produtos frescos e crus, sobretudo em mariscos, este tipo de produto tem maior procura em épocas festivas, e para dar resposta às quantidades exigidas nessas alturas as empresas teriam de comprar mais do que um sistema de alta pressão. Contudo esse equipamento ficaria praticamente inutilizado o resto do ano, o que não é viável para muitas empresas (Flick, 2003).

Apesar de ser um processo vantajoso a alta pressão não pode ser aplicada a todo o tipo de alimentos. HHP ainda não pode ser utilizada em produtos de baixo grau de acidez como, alguns vegetais, leite ou sopa devido à incapacidade deste processo destruir grande parte de esporos sem a adição de temperaturas elevadas. Outra limitação deste processo é o facto de que o alimento deve conter água e não conter bolsas de ar no seu interior. Produtos que contêm bolsas de ar como, morangos ou marshmallows ficam esmagados sob alta pressão, e os sólidos secos não têm humidade suficiente para que a destruição de microrganismos seja eficiente pelo processo de alta pressão (Ramaswamy *et al.*, 2004).

1.2.1.3 Exemplos de aplicações e produtos.

Industrialmente já se produzem vários produtos usando esta tecnologia, como por exemplo: Pasteurização e esterilização de produtos derivados de frutas, molhos, iogurtes e molho para salada; Pasteurização de carnes e vegetais; Descontaminação de alto risco ou ingredientes de alto valor sensíveis ao calor, incluindo mariscos, aromatizantes e vitaminas (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf).

1.2.2 Desidratação osmótica

Os fenômenos de transferência de massa estão amplamente presentes em diversos processos na indústria alimentar. Entre eles destaca-se a desidratação osmótica, que é reconhecida como um processo para se obter produtos de melhor qualidade. A qualidade do produto, assim como o custo final, são os fatores mais importantes a serem considerados ao se optar por um determinado método de preservação (Shi & Fito, 1994).

A água, é a variável tecnológica mais pesquisada e decisiva na qualidade e durabilidade de produtos alimentares, devido à sua atuação nas reações de deterioração, e propriedades fisiológicas necessárias à qualidade dos alimentos (El-Aouar *et al.*, 2006).

A desidratação de um determinado alimento pode reduzir a sua atividade fisiológica, microbiológica, reações enzimáticas e não enzimáticas, além de produzir uma redução de volume, diminuindo custos com embalagens, armazenamento e transporte, aumentando a sua disponibilidade para consumo (El-Aouar *et al.*, 2006). A desidratação osmótica é uma das técnicas para a redução de humidade nos produtos. Os produtos resultantes desta tecnologia apresentam uma aparência seca, mirrada e com um volume reduzido como se pode observar na figura 3.

As primeiras utilizações desta técnica foram feitas na década de 60, desde que Ponting *et al.* (1966) sugeriram, pela primeira vez, um processo para a redução do peso, até 50 %, pela desidratação osmótica de maçãs e o aplicaram com sucesso, antes do processo de secagem a vácuo para reduzir o conteúdo de água e melhorar a qualidade (Shi & Fito, 1993).

Este processo tecnológico, como potencial alternativa a outras operações de desidratação convencionais, está a ser utilizada a larga escala na indústria de processamento de frutas, vegetais, carnes e peixe (Shi & Fito, 1993).



Fig. 3 – Produtos desidratados por osmose

Fonte: (www.indiamart.com/cifal-herbal-limited/products.html;
www.icar.org.in/horticulture.htm; <http://blog.uniararas.br/alimentos/?p=323>).

A desidratação osmótica é baseada na imersão de alimentos numa solução hipertônica (solução em que a concentração de um soluto "x" é maior que a concentração de "y" de uma outra solução, separada da solução "x" por uma membrana semipermeável), dando origem a pelo menos dois fluxos simultâneos em contracorrente, um fluxo de água da matriz do alimento para a solução (o mais importante) e a transferência simultânea do soluto desejado da solução para o produto (Salvatori *et al.*, 1999). Além destes, ocorre também um terceiro fluxo, menos estudado, que consiste na lixiviação de compostos hidrossolúveis do alimento, como: açúcares, minerais, vitaminas, entre outros, que, embora, proporcionalmente insignificante em relação aos dois fluxos principais, exerce um importante papel sobre a qualidade organolética e nutricional do produto final (Amami *et al.*, 2008).

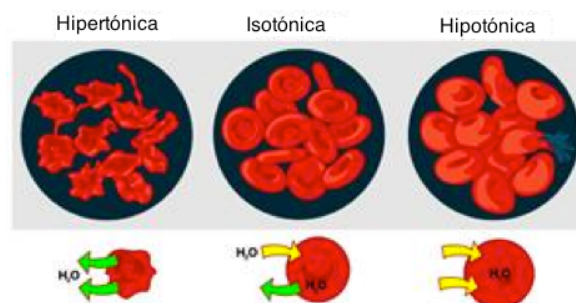


Fig. 4 – Tipos de soluções

Fonte: (www.fashion-writings.com/hypertonic-hypotonic-isotonic-solution_7559/).

Como a solução hipertônica tem uma pressão osmótica maior e uma atividade de água mais baixa, uma força motriz surge, para a remoção da água entre a solução e o produto (Shi & Fito, 1994). A figura 4 apresenta de forma esquemática os vários tipos de soluções, incluindo a hipertônica.

A desidratação osmótica promove a redução da atividade da água (a_w), e conseqüentemente, reduz o crescimento microbiano, além de atribuir características organolépticas diversas aos alimentos processados, reduz ainda a ação enzimática (Giraldo *et al.*, 2003). Esta operação requer contacto prolongado entre o produto e a solução, que se designa por tempo de imersão, o aumento do tempo de imersão leva, normalmente a maior perda de massa, mas a velocidade com que essa perda ocorre é menor à medida que o processo se realiza, tendendo para a estabilidade (Dhingra *et al.*, 2008).

Alguns estudos dividem a extração de água em duas etapas, na primeira (± 2 horas), ocorre uma elevada taxa de remoção de água e ganho de sólidos, na segunda etapa, de 2 a 6 horas ocorre decréscimo na saída de água e um aumento no ganho de sólidos (Torreggiani, 1993). A taxa de perda de humidade diminui ao longo do tempo, até alcançar o equilíbrio com o soluto da solução em oposição ao ganho de sólidos que tende a aumentar (Almeida *et al.*, 2005). A correta relação entre o tempo de imersão com os outros fatores garante a eficiência e eficácia do processo. A temperatura é um dos fatores de maior influência na cinética da desidratação osmótica, por aumentar a taxa de transferência de massa, modificar as propriedades da solução e do produto. As taxas de transferência de massa aumentam com a elevação da temperatura, mas quanto mais alta esta variável, maiores serão as perdas dos componentes nutricionais, as alterações da cor, sabor e estrutura do alimento (Dhingra *et al.*, 2008). É necessário um controle de temperatura para impedir alterações indesejáveis nas propriedades sensoriais, favorecendo a aceitação do produto final (Escobar *et al.*, 2007). A agitação da solução osmótica também é importante, para diminuir a sua viscosidade, evitando a formação da saturação do soluto em torno do alimento imerso e facilitar a transferência de massa. Em relação à concentração da solução osmótica, a transferência de massa é favorecida pelo uso de xaropes altamente concentrados, porém essas soluções com concentrações maiores são difíceis de preparar, e

dificultam o processo de agitação (Souza *et al.*, 2003). Outro fator a ter em conta no processo de desidratação osmótica é a geometria do alimento, a relação área e superfície exposta tem influência, principalmente no ganho de sólidos, uma vez que fatias, cubos cortados ao meio e cilindros são os mais indicados (Lerici *et al.*, 1985). A taxa de desidratação também é diretamente proporcional à relação superfície de contacto/volume (Giangiacomo *et al.*, 1987).

Os solutos mais comuns na desidratação osmótica são os sais orgânicos e a sacarose, o primeiro mais utilizado em vegetais e o segundo em frutos (Alakali *et al.*, 2006). A salga e a adoçagem, são técnicas utilizadas desde os tempos remotos, a primeira, para impregnar os alimentos com sal, e a segunda, para impregnar os alimentos com açúcar. Durante a desidratação osmótica, a remoção da água, o ganho de sólidos e o teor de água na condição de equilíbrio são fortemente afetados pelo tipo de agente osmótico (soluto), sua concentração e comportamento iónico (Singh *et al.*, 2007). O tipo de agente osmótico utilizado no preparo do xarope afeta a cinética de remoção de água e o ganho de sólidos, para a escolha do agente osmótico deve se ter em conta as mudanças do valor nutritivo do produto final e as suas características sensoriais ao ser desidratado, bem como o custo do processo. (Osório *et al.*, 2007). Os agentes mais utilizados são a sacarose e o cloreto de sódio, provavelmente pela eficácia que geram ao processo osmótico. A combinação destes dois agentes também é utilizada, a sua associação possibilita um acréscimo da força motriz, ocorrendo um aumento na perda de água, pelo efeito sinérgico entre a sacarose e o cloreto de sódio, mesmo ao se utilizar concentrações menores de sal (Singh *et al.*, 2007; Rodrigues, Fernandes, 2007). Além destes agentes, também se utilizam, menos frequentemente, glicose, frutose, xarope de milho, açúcar invertido, citrato trissódico e polióis como; sorbitol, manitol e glicerol (Dhingra *et al.*, 2008).

A eficiência do processo osmótico é determinada pela razão entre a perda de humidade e a incorporação de sólidos, ou seja, quanto maior for a perda de água e menor a incorporação de sólidos, melhor será o produto obtido. Assim a taxa de transferência de massa depende de : fatores de permeabilidade do tecido do alimento, agente osmótico utilizado e sua concentração, temperatura da solução, agitação do sistema, tempo de

imersão, geometria do alimento a ser desidratado, relação entre o alimento e a solução, e pressão do sistema (Chiralto, Fito, 2003).

1.2.2.1 Vantagens da utilização do processo de desidratação osmótica

A desidratação de alimentos proporciona produtos compactos, fáceis de transportar e com valor nutricional concentrado (Pani *et al.*, 2008), reduz a sua atividade fisiológica, microbiológica, reações enzimáticas e não enzimáticas dos alimentos, produz uma redução de volume, diminuindo custos com embalagens, armazenamento e transporte, aumentando a sua disponibilidade para consumo a preços competitivos, a desidratação osmótica possibilita ainda a formação de novos produtos (El-Aouar *et al.*, 2006).

1.2.2.2 Desvantagens/ limitações da utilização do processo de desidratação osmótica

Um dos entraves para a utilização industrial da desidratação osmótica é o destino da solução osmótica. A solução osmótica ou xarope, se não for reutilizada, além de ser um custo recorrente e fixo ao processo, gera grande volume de efluente, que precisa de ser descartado dentro das leis ambientais, evitando prejuízo ao meio ambiente e responsabilidade civil à indústria. A resposta mais viável a este problema seria a reutilização do xarope, sendo corrigidos desvios de concentração ou contaminação de partículas e/ou microrganismos, através da adição de solutos ou evaporação para o acerto de concentração da solução osmótica, bem como a filtração para a retirada das partículas indesejadas. Estes métodos para a reutilização do xarope, são em escala laboratorial eficazes, sendo necessário maiores estudos para a escala industrial (Valdez-Fragoso *et al.*, 2002).

Outras opções para redução ou eliminação deste descarte estão a ser estudadas, como: a reutilização do xarope na produção de aguardentes e

licores, produtos de vinagres finos com sabor de frutas, produção de frutas em calda e como meio de cultura de microrganismos (Gomes *et al.*, 2007; Rodrigues, 2009).

No processo de redução da humidade inicial, durante a desidratação osmótica, a atividade da água residual possibilita a ocorrência de reações que podem prejudicar a segurança do produto obtido, sendo necessário a utilização de métodos combinados de conservação, como: secagem por ar, uso de cadeia de frio, microondas, alta pressão hidrostática, impregnação a vácuo, aplicação de ultrassons, ou outras tecnologias (Pani *et al.*, 2008).

1.2.3 Impregnação Por Vácuo

Diariamente são feitas pesquisas e tentativas constantes com o objectivo de melhorar as qualidades dos alimentos. Um dos caminhos utilizados é a adição de nutrientes, aditivos ou conservantes em alimentos. Uma das técnicas utilizadas nesse âmbito é a impregnação por vácuo (Zhao e Xie, 2004).

Os alimentos contêm 3 tipos de água, a água livre, a água absorvida e a água ligada. A água livre é facilmente removida e não está ligada a nada (física ou quimicamente), ela serve como solvente nos alimentos, também está disponível para reações químicas, crescimento de microrganismos e mudanças físicas. A água livre é encontrada nos capilares (poros) de um produto alimentar (Zhao e Xie, 2004). A água absorvida é encontrada dentro das células e nas paredes celulares. Os fosfolípidos, lipoproteínas, proteínas e amidos encontrados em alimentos podem criar complexos fortes com a água, tornando mais difícil a sua remoção (Zhao e Xie, 2004). A água ligada está quimicamente ligada a analitos, tais como lactose, sais e polissacarídeos, e é muito difícil remover para fins analíticos. A impregnação por vácuo interage com a água livre de um alimento. Esta técnica é utilizada em alimentos porosos, e consiste na troca do gás ou líquido presente nos poros dos alimentos por um líquido externo (solução que se deseja impregnar), devido à ação de gradientes de pressão promovidos pela aplicação de vácuo, seguida

da recuperação da pressão atmosférica numa câmara contendo o produto imerso na solução impregnante (Fito, 1994), como pode ser observado esquematicamente na figura 5. No primeiro passo do processo IV, submete-se o sistema a uma pressão subatmosférica (P_1) por um dado período de tempo (t_1), em que o gás presente nos poros expande-se até atingir o equilíbrio com a pressão imposta pelo sistema, saindo do produto e drenando parte do líquido presente no interior dos poros. Após este período, a pressão atmosférica (P_2) é restabelecida e o produto é mantido imerso na solução por um determinado tempo (t_2). Esta segunda etapa conduz à impregnação dos poros do produto pela solução externa promovida pelas diferenças de pressão (Fito, 1994; Fito *et al.*, 1996; 2001). A quantidade de líquido impregnado na estrutura porosa dependerá do nível de desgaseificação e da pressão de trabalho (Andrés, Fito & Chiralt, 1995). Este mecanismo de impregnação é denominado de mecanismo hidrodinâmico.

Essencialmente a água livre e gases encontrados nos capilares (poros) dos alimentos podem ser removidos pela aplicação de uma pressão de vácuo, e um solvente / soluto mais apropriado pode ser então introduzido quando a pressão é recuperada para condições as atmosféricas. Os gradientes de pressão impostos pelo sistema durante a operação de impregnação a vácuo podem ocasionar fenômenos relaxamento-deformação na estrutura porosa do alimento. A percentagem de deformação da matriz sólida e a quantidade de material impregnado dependerão essencialmente da estrutura do material, das suas propriedades mecânicas e das condições de trabalho. A microestrutura do alimento, a porosidade, o tamanho, a distribuição e comunicação dos, poros afetam a cinética do mecanismo hidrodinâmico (Andrés, Fito & Chiralt, 1995). A impregnação a vácuo conduz a um processo osmótico mais rápido devido à ação dos mecanismos hidrodinâmicos e dos fenômenos de relaxamento e deformação (Fito *et al.*, 1996).

Frutas e vegetais são bons exemplos de alimentos que possuem estrutura com micróporos, o que os torna ideais para a utilização desta tecnologia (López-Malo *et al.*, 2000). Uma vez que as frutas e vegetais não são submetidos a altas temperaturas, mudanças sensoriais de atributos, como a cor, sabor, textura e aroma são minimizados. Alguns estudos têm

apresentado a impregnação a vácuo como uma alternativa para otimizar o processo de desidratação osmótica de frutas (Andrés, Fito & Chiralt, 1995).

A impregnação a vácuo também é utilizada como pré tratamento para frutas e vegetais congelados, uma vez que no congelamento há perda de textura devido aos danos mecânicos causados por cristais de gelo nas paredes celulares dos tecidos, esses cristais de gelo formam-se inicialmente nos espaços intercelulares que contêm ar húmido que se condensa na parede celular com a diminuição da temperatura, dando origem a pontos de nucleação de gelo. Os componentes da solução impregnados no fruto modificam o crescimento dos cristais de gelo, influenciando na mobilidade molecular da água necessária para o crescimento dos cristais, ou aumentam a resistência dos tecidos pela interação destes componentes com os componentes da parede celular (Fernandez *et al.*, 2007). A utilização de soluções de açúcares, hidrocolóides, sais de cálcio e sódio, associações e misturas envolvendo esses produtos têm sido os tratamentos indicados como substâncias que aumentam a resistência da estrutura celular ao congelamento. Grande parte desses compostos atua interagindo com os componentes da parede celular ou reduzindo o crescimento dos cristais de gelo, mantendo a integridade da microestrutura após o descongelamento (Resende e Cal-Vidal, 2002).

A impregnação a vácuo é um processo útil que permite a introdução de aditivos valiosos diretamente para os alimentos através dos seus poros, protegendo a composição do tecido natural, assim como melhorando a qualidade da textura, e em alguns casos reduz a necessidade de um tratamento térmico preservando o produto. A impregnação a vácuo como um passo de pré tratamento tem sido amplamente utilizada em processos tais como a congelação, secagem e enlatamento de produtos (Bolin e Huxsoll, 1993).

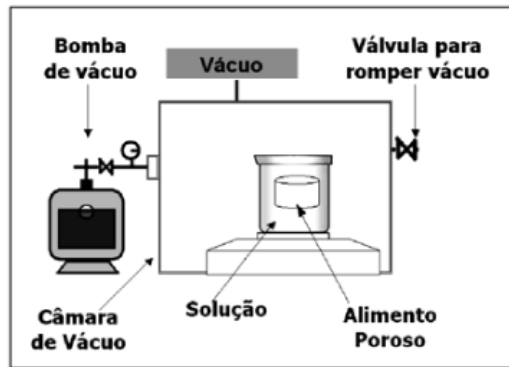


Fig. 5 – Representação esquemática de um equipamento para Impregnação a vácuo.

Fonte: (http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612005000300016&script=sci_arttext).

1.2.3.1 Vantagens da utilização do processo de impregnação a vácuo

O processamento dos alimentos após esta técnica diminui, enquanto as qualidades nutricionais aumentam, atributos como a cor, sabor, textura e aroma não sofrem grandes alterações, aumenta a firmeza de frutas e vegetais, acelera o processo de desidratação osmótica, enriquece alimentos com vitaminas, sais minerais, próbióticos e prebióticos, acelera os processos de salga aplicados a diversos produtos como queijos, presuntos, carnes e peixe (reduz o tempo de salga, além de promover uma melhor distribuição do sal no produto) (Chiralt *et al.*, 2001). Este processo quando utilizado como pré tratamento melhora a qualidade de produtos congelados, evitando a formação de cristais de gelo que se formam no interior das parede celulares dos tecidos. A impregnação a vácuo é um processo de aplicação simples e com custos operacionais aceitáveis (Zhao e Xie, 2004).

1.2.3.2 Desvantagens/ limitações do processo de IV

Frutas com alta porosidade são mais suscetíveis ao tratamento a vácuo e longos tempos de impregnação a vácuo podem ocasionar deformações nos tecidos das frutas (Mújica-Paz, Valdez-Fragoso, López-Malo, *et al.*, 2003).

1.2.4 Embalagens De Libertação Controlada

As embalagens de libertação controlada estão englobadas no grupo das embalagens ativas, e podem libertar componentes ativos em percentagens controladas, para melhorar a qualidade e segurança do produto durante o período de armazenamento (LaCost *et al.*, 2005).

As embalagens de produtos alimentares têm sido ao longo do tempo definidas como uma barreira passiva para atrasar os efeitos adversos do meio ambiente. Contudo pesquisas atuais procuram desenvolver materiais de embalagens que interagem com o meio ambiente e com o produto, desempenhando um papel ativo na preservação do alimento (Koontz, 2006).

Existem vários tipos de novas embalagens a serem estudadas e desenvolvidas atualmente, entre elas, embalagens ativas e inteligentes.

As embalagens inteligentes são capazes de interagir com o produto ao ponto de revelar informações a qualidade do alimento embalado sem que o mesmo seja violado. Contêm indicadores de crescimento e detecção de microrganismos patogénicos, assim como de temperatura adequada, tempo de prateleira, estado de amadurecimento de frutas e vegetais, entre outros (Koontz, 2006).

As embalagens ativas foram projetadas principalmente para prolongar o tempo de prateleira, aumentar a segurança e melhorar as propriedades sensoriais de alimentos e bebidas (Koontz, 2006). Estas embalagens têm sido desenvolvidas não só para conferirem uma barreira à contaminação microbiológica, química, física e impermeabilidade ao oxigénio, como também interagir de forma benéfica com o alimento, acumulando funções extra como a absorção de compostos que favorecem a deterioração dos alimentos, a

libertação de compostos que aumentam a vida útil do produto e monitorização do tempo de prateleira (<http://www.cintiapienso.com.br/coluna.php?codigo=13>).

O conceito básico é utilizar a embalagem como um sistema de distribuição de componentes ativos tais como, agentes antimicrobianos, antioxidantes, enzimas, aromatizantes, vitaminas, conservantes, entre outros, para aumentar a preservação e prazo de validade do produto (Koontz, 2006).

Tradicionalmente alguns destes componentes ativos são incorporados diretamente no produto, contudo, uma vez que estes aditivos são consumidos em reações, a proteção deixa de funcionar e a degradação do alimento aumenta rapidamente. Estas embalagens conseguem superar essa limitação devido a renovarem de forma contínua os componentes ativos através da libertação controlada da embalagem, aumentando assim a qualidade e a segurança por mais tempo (LaCost *et al.*, 2005).

A utilização desta técnica começou na década de 60 com a utilização de libertação controlada em medicamentos, mas só na década de 90 é que a sua utilização começou a ser aplicada a embalagens de produtos alimentares.

A maioria dos processos de libertação num sistema de libertação controlada podem ser classificados em libertação de ordem zero e libertação de primeira ordem (Baker, 1987). A libertação de ordem zero é o processo mais simples, a taxa de libertação mantém-se constante até que a embalagem deixe de conter o componente ativo. Durante a cinética de primeira ordem de libertação, a taxa de libertação é proporcional à massa do composto ativo contido dentro da embalagem. A taxa decresce exponencialmente com o tempo de libertação de primeira ordem, aproximando-se de uma percentagem de libertação igual a zero à medida que a embalagem vai ficando vazia (Koontz, 2006).

1.2.4.1 Embalagens de Libertação Antimicrobiana

Conservantes químicos podem ser incorporados num sistema de filme de libertação antimicrobiano incluindo ácidos orgânicos e seus sais (sorbatos, benzoatos e propionatos), parabenos, sulfitos, nitritos, cloretos, fosfatos,

álcoois, peróxido de hidrogénio, antibióticos, entre outros. 9Um filme comum de multicamada antimicrobiana ativa tem uma estrutura composta por quatro camadas, incluindo a camada exterior, camada de barreira, camada de matriz, e camada de controlo (fig. 4) (Ozdemir, 2004).

A camada de matriz contém a substância embutida antimicrobiana e a sua libertação é controlada pela camada de controlo adjacente à camada de matriz. As principais aplicações deste tipo de embalagens de libertação antimicrobiana são em produtos de carne, peixe, pão, queijos, frutas, legumes, e bebidas (López-Rubio, 2004).

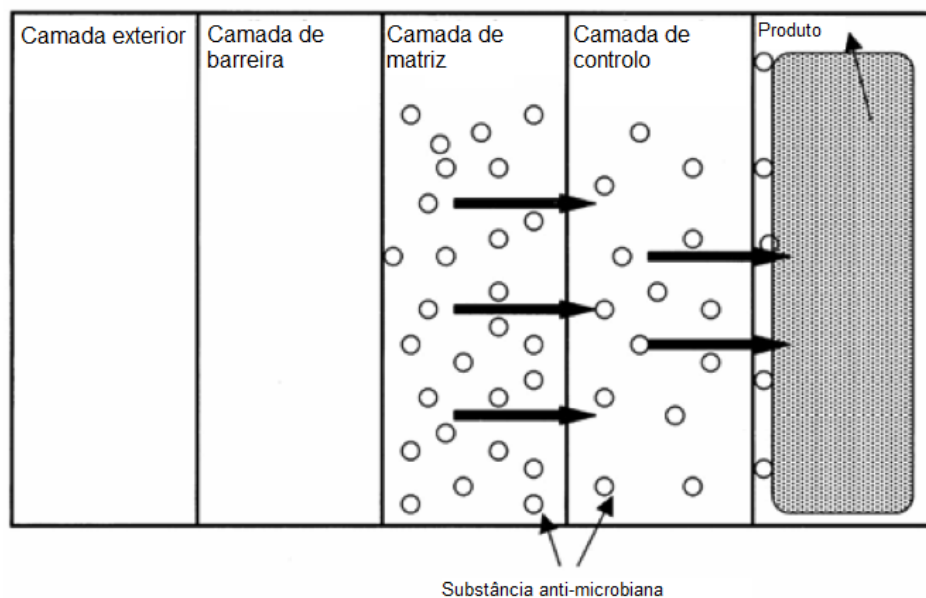


Fig. 6 - Estrutura de um filme comum de libertação antimicrobiana ativa.

Fonte: (Ozdemir 2004).

Os materiais mais utilizados em filmes de embalagens de libertação antimicrobiana são:

- PEBD (Polietileno de baixa densidade), em inglês conhecido como LDPE (Low density Polyethylene) ou PE-LD (Brody, 2005).

- PVOH (Álcool Polivinílico) (Buonocore *et al.*, 2005).

- PEAD (Polietileno de alta densidade), em inglês conhecido como HDPE (High density Polyethylene) (Han, 2000).

- Filmes de mistura inteligente (Smart Blending). A mistura inteligente é um processo baseado no princípio de advecção caótica, que utiliza duas varas para misturar polímeros com taxas de libertação selecionadas, e permite obter polímeros com morfologias pretendidas. Várias morfologias podem ser desenvolvidas progressivamente pela rotação de cada vara de uma forma alternada e periódica. Este é um processo de estruturamento e não de mistura, esta fusão de dois ou mais polímeros fornece uma gama ampla de propriedades de filmes. O que faz desta tecnologia 'inteligente', é o facto da estruturação não ser aleatória, as mesmas morfologias são conseguidas sobre um conjunto de condições (através de controlo por computador) que permitem o desenvolvimento de uma correlação previsível, obtendo-se assim um grande número de estruturas impossíveis de conseguir com as técnicas convencionais (Zumbrunnen, 2002).

1.2.4.2 Embalagens de Libertação Antioxidante

A adição direta de antioxidantes nos produtos é limitada pelo rápido esgotamento dos antioxidantes, mesmo que sejam elevadas as concentrações iniciais. Os compostos antioxidantes podem sofrer perda de atividade e até mesmo agir como pró oxidantes em altas concentrações (Lankin, 1999). Portanto, existe na indústria alimentar uma necessidade de desenvolver embalagens que podem fornecer antioxidantes naturais de forma controlada. Este tipo de embalagem é utilizado para óleos vegetais, leite, carnes processadas, cereais, frutos secos, gorduras animais, e todos os produtos que possuam alto teor lipídico (LaCost *et al.*, 2005).

Alguns dos antioxidantes utilizados neste tipo de embalagens são o BHA (Butilhidroxianisol), BHT (Butilhidroxitolueno) e sobretudo o α -tocoferol (Vitamina E) (Koontz, 2006, LaCost *et al.*, 2005).

Os materiais mais utilizados em filmes de embalagens de libertação antioxidante são:

- PEBD (Polietileno de baixa densidade) (Koontz, 2006).
- PP (polipropileno) (Koontz, 2006).

1.2.4.3 Embalagens de Libertação de Aromas e Sabor

A incorporação de aromas agradáveis no filme da embalagem pode ser usado para melhorar o aroma dos alimentos e atrair os consumidores quando o pacote é aberto, e também para equilibrar qualquer efeito negativo na perda de aroma (Koontz, 2006).

Os polímeros comumente utilizados para a libertação de aromas são:

- PP (polipropileno) (Koontz, 2006).
- PE (polietileno) (Koontz, 2006).
- EVA (acetato de etileno vinil) (Koontz, 2006).
- Nylon (Koontz, 2006).
- Poliéster (Koontz, 2006).
- PVC (cloreto de polivinil) (Koontz, 2006).

Aditivos de fragrância, ou óleos sintéticos ou naturais, podem ser usados para transmitir um aroma a um produto ou para disfarçar odores indesejáveis do plástico (Koontz, 2006).

Durante o processamento estes podem ser adicionados a resinas termoplásticas na embalagem ou em pó. A fragrância é incorporada em

polímeros muito porosos ou numa matriz de resina quando é adicionada ao polímero fundido (Lopez, 2004).

A taxa de libertação da fragrância depende da espessura do plástico, da relação superfície / volume, composição e quantidade de composto ativo incluído no plástico (Koontz, 2006).

1.2.4.4 Vantagens da utilização de embalagens de libertação controlada:

Os ingredientes ativos são libertados com uma velocidade controlada ao longo de períodos prolongados de tempo, as perdas de ingredientes durante o processamento ou preparação e confeção podem ser evitadas ou limitadas devido à maior estabilidade do produto. Componentes incompatíveis ou reativos podem ser separados (Pothakamury, 1995).

1.2.4.5 Desvantagens/ limitações da utilização de embalagens de libertação controlada.

Embora esta técnica pareça muito promissora, o seu potencial não pode ser completamente explorado até que a maior parte dos problemas técnicos sejam superados. Nesta área o maior obstáculo é a incapacidade de controlar a libertação de compostos ativos em percentagens adequadas aos diferentes tipos de alimentos e reações de degradação, muitas vezes, grandes quantidades do composto ativo não chegam a ser libertadas devido à estrutura das matrizes dos polímeros ou pela forte afinidade entre o composto e o polímero. É ainda necessário examinar de forma mais sistemática os principais fatores que envolvem a libertação de compostos ativos. Esses fatores incluem a composição do filme e dos compostos ativos, os efeitos das condições de processamento, a microestrutura do filme e o controlo da libertação de outras propriedades do filme (LaCost *et al.*, 2005).

Uma melhor compreensão destes factores facilitaria o design dos sistemas de ELC.

1.2.5 Radiação ultravioleta

A radiação UV foi descoberta em 1801 pelo cientista alemão Johan Ritter, que descobriu uma forma de invisível de luz além do violeta capaz de oxidar halogenetos de prata, chamada de luz ultravioleta no fim de século XIX (Ball, 2007).

O efeito germicida da radiação UV foi detetado pela primeira vez em 1878, mas as primeiras unidades de processamento só foram construídas em 1955 na Suíça e na Áustria (Aguiar et al., 2002).

A radiação UV, originada do sol, tem sido um fator importante para o controlo do crescimento da maioria dos microrganismos, exceto para bactérias fotossintéticas. Esta radiação exerce efeitos biológicos e bioquímicos, com diversas aplicações no processamento de alimentos. A sua primeira aplicação ocorreu no tratamento de água, estendendo-se depois para outros tipos de alimentos. A radiação ultravioleta ocupa uma ampla faixa de comprimento de onda na região não ionizante do espectro eletromagnético, entre os raios X (100 nm) e a luz visível (400 nm) (Bintisis *et al.*, 2000). A localização UV no espectro pode ser observada na figura 7.

A radiação UV divide-se em 4 tipos:

- UV-A tem um comprimento de onda longo (320-400 nm), e é responsável por alterações na pele humana (bronzamento).
- UV-B tem um comprimento de onda médio (280-320 nm), e é responsável por queimaduras na pele (cancro).
- UV-C tem um comprimento de onda curto (200-280 nm), é a faixa germicida de muitos microrganismos.
- UV-V tem um comprimento de onda curto (100-200 nm), é a região UV de vácuo.

Radiações abaixo dos 240 nm formam ozono a partir do oxigénio do ar, que é tóxico e altamente reativo (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

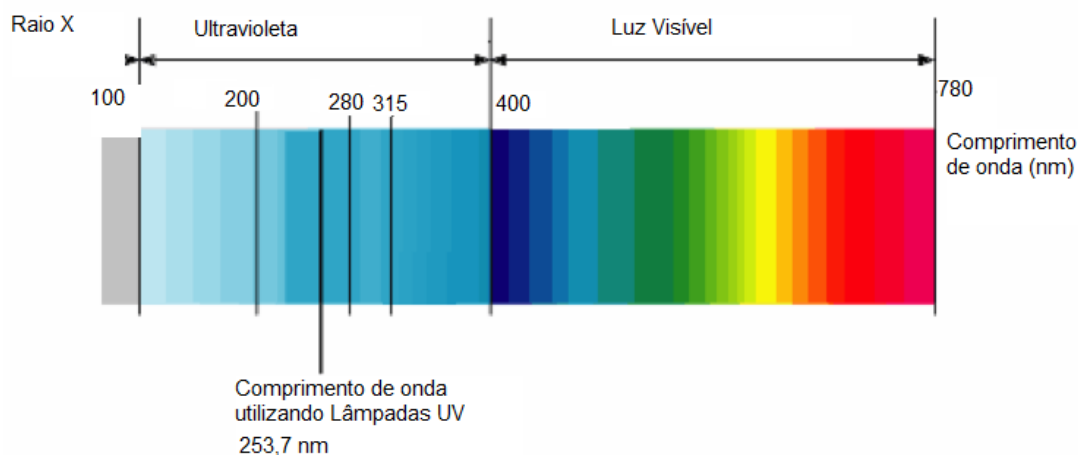


Fig. 7 – Localização da radiação UV no espectro.

Fonte: (<http://www.naturaltec.com.br/Desinfeccao-Ultravioleta-UV-Agua.html>).

A tecnologia de radiação ultravioleta é aplicada desde os anos 30 nos Estados Unidos, em superfícies e no ar, em ambientes estéreis como hospitais. Depois foi adotada para a esterilização de embalagens no sistema UHT, tais como tampas de garrafas de polietileno de alta densidade e cartões para produtos líquidos, embalagens de iogurtes, copos de plástico e tampas de alumínio, além de superfícies de frutas e hortaliças para aumentar a resistência dos tecidos a microrganismos deterioradores (Bintisis *et al.*, 2000).

No comprimento de onda germicida, a radiação UV-C é suficiente para causar deslocamento físico de elétrons e quebra das ligações no ADN dos microrganismos. Isso altera o metabolismo e reprodução, levando as células à morte (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

As bactérias suspensas no ar são mais sensíveis à radiação UV-C do que as suspensas em líquidos, devido à diferente capacidade de penetração da luz UV-C através de diferentes meios físicos. A luz incidente é atenuada enquanto atravessa o meio, de acordo com o coeficiente de absorção. A maior intensidade de cor ou turvação do líquido eleva o coeficiente de absorção, o que implica uma menor penetração de luz através do sistema.

A radiação UV-C não produz subprodutos indesejáveis, ou resíduos químicos e não causa alterações sensoriais. Devido ao seu baixo grau de penetração é mais eficiente em superfícies ou materiais transparentes, como ar, água e polietileno (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

Os comprimentos de onda mais eficazes para a inativação de microrganismos situam-se aproximadamente a 260 nm, que corresponde à região específica em que são absorvidos pelo ADN celular. Como a composição de ADN varia entre espécies, considera-se que o pico de absorção de UV-C encontra-se entre 260 e 265 nm. Comprimentos de onda maiores que 300 nm anulam o efeito letal dos microrganismos (López-Malo e Palou, 2005).

As lâmpadas de UV (fig. 8) são eletricamente idênticas às lâmpadas fluorescentes, exceto pela ausência da cobertura de fósforo. Estas lâmpadas podem ser construídas de vidro ou de quartzo. Embora as de quartzo ofereçam maior transmitância, o seu elevado custo faz com que sejam substituídas pelas de vidro (López-Malo e Palou, 2005).

As lâmpadas de UV podem classificar-se em 2 tipos:

- **Baixa pressão** (monocromáticas, emitem comprimento de onda de 253.7 nm).

- Lâmpadas de baixa pressão (possuem um tubo de quartzo, 2 filamentos de tungsténio, aproximadamente 60 mg de mercúrio a 10 Torr, eficácia de 20-30% e vida útil média de 8 000 h).

- Lâmpadas de amálgama (contem aproximadamente 120 mg de amálgama de mercúrio, eficácia superior a 35%, e vida útil média de 10 000 h) (<http://mariorebola.com/home/wp-content/uploads/2011/09/AquaAmbiente-Tratamento-de-Águas-por-Ultravioleta.pdf>).

- **Média pressão** (policromáticas, emitem comprimento de onda dos 200 nm até ao visível).

- Lâmpadas de média pressão (contem cerca de 300 mg de mercúrio a 1 000 Torr, capacidade germicida de 15 a 20 vezes mais intensa, podem alcançar os 800 °C e apresentam um elevado consumo de energia) (<http://mariorebola.com/home/wp-content/uploads/2011/09/AquaAmbiente-Tratamento-de-Águas-por-Ultravioleta.pdf>).

A fonte mais comum para a produção de luz na região germicida é a lâmpada de vapor de mercúrio de baixa pressão, a radiação atravessa o tubo de quartzo ou vidro e atinge os microrganismos que estão localizados no ar ou no líquido em volta da lâmpada (López-Malo e Palou, 2005).



Fig. 8 – Lâmpada UV.

Fonte: (<http://mariorebola.com/home/wp-content/uploads/2011/09/AquaAmbiente-Tratamento-de-Águas-por-Ultravioleta.pdf>).

Os esporos de microrganismos apresentam elevada resistência à radiação ultravioleta, deve-se ter em consideração que uma dose subletal pode favorecer o seu crescimento em vez de inibi-lo (López-Malo e Palou, 2005).

Uma das maiores desvantagens da radiação UV-C é o seu baixo poder de penetração. Os microrganismos a serem inativados devem ser expostos diretamente à radiação, não devem estar protegidos por sólidos (partículas de pó) (López-Malo e Palou, 2005).

A taxa de redução microbiana com luz UV-C depende da aplicação de baixa intensidade por um período longo de tempo ou alta intensidade por um período curto. Devido à ampla variedade de microrganismos, os níveis da dose de descontaminação podem variar de acordo com o efeito final desejado para cada produto (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

Os resultados do controlo microbiano por UV-C estão na descontaminação da água por se tratar de um meio bastante adequado para a irradiação UV, além de reduzir a carga microbiana em 99.9% em apenas 1 minuto, o tratamento não ocasiona alteração de cor, sabor, odor ou pH, a água

torna-se potável e própria para consumo (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

Para sumos ou outros líquidos que oferecem maior resistência à penetração da radiação deve-se utilizar um fluxo turbulento para favorecer a mistura do fluido tratado. O aumento da turbulência no reator conduz todo material a uma maior proximidade da luz UV durante o tratamento, promovendo a homogeneização tornando o processo mais eficaz (US FDA 2000). Para sumos, o FDA exige uma Dose Equivalente de Redução (RED) mínima de 400 J/m^2 de radiação com um comprimento de onda de 253.7 nm, caso contrário, pode ocorrer a fotoreativação, que torna os microrganismos mais resistentes ao UV-C (Gerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas, 2004).

Para se determinar a dose de radiação necessária para a descontaminação utiliza-se o método biodosimétrico, em que o biossensor (por exemplo esporo de *Bacillus subtilis*) é calibrado em relação à suscetibilidade ao UV em 253.7 nm. Os esporos são adicionados ao meio, expostos à radiação UV e a sua concentração é medida antes e depois da exposição (Cabaj e Sommer 2000).

Em sistemas de tratamento de líquidos pode ocorrer um fenômeno chamado “*fouling*”, que consiste num declínio progressivo na eficiência da inativação com o tempo, devido à acumulação de depósitos sobre a superfície de transferência. Esse tem sido um fator limitante na eficiência de reatores de UV convencionais, devido à insuficiente mistura e elevada temperatura dentro dos reatores. Um fluxo secundário com movimento em dupla espiral produzido por uma curvatura gradual em passagem fechada por meio de tubos helicoidais e espirais pode ser uma opção para reduzir essa ocorrência (Sing e Ghaly, 2006).

Para a descontaminação de superfícies, o sucesso depende da regularidade do material a ser desinfetado, porque a radiação UV-C só inativa os microrganismos quando os atinge com dose suficiente, assim toda a superfície tem que estar exposta a radiação. Os microrganismos localizados em orifícios da superfície provavelmente não são atingidos por reflexões das paredes dos orifícios, nas superfícies irregulares a radiação não consegue atingir todos os cantos (Shama, 1999).

1.2.5.1 Vantagens da utilização do processo de UV

É um dos métodos mais práticos para a descontaminação usados no tratamento de água residual, pode inativar bactérias, vírus e esporos de bactérias, apresenta baixa sensibilidade à temperatura, pode ser alternativa ao uso de produtos químicos, não altera a cor, sabor, odor, pH e composição nutricional do produto, a manutenção é económica, só consome corrente elétrica e troca de lâmpadas. O processo UV pode fornecer produtos alimentícios com melhores características e mais frescos (Salcedo *et al.*, 2007).

1.2.5.2 Desvantagens/ limitações da utilização do processo UV

Doses baixas podem não inativar efetivamente os microrganismos, os microrganismos podem reparar ou reverter os efeitos destrutivos causados pela radiação, a turvação dos produtos líquidos pode tornar a desinfecção ineficiente, em superfícies a eficácia depende da regularidade dos materiais, requer um programa de manutenção e limpeza do equipamento (Oliveira *et al.*, 2002).

1.2.6 Luz Pulsada

A luz pulsada é uma nova tecnologia não térmica de conservação com grande potencial para a utilização no setor alimentar. Através do tratamento de pulsos de luz, pode-se inativar uma grande percentagem de microrganismos, assim como sistemas enzimáticos implicados no deterioramento de alimentos, obtendo-se produtos mais seguros e com um prazo de validade mais alargado. Este processo é feito no interior de uma câmara de tratamento, e consiste na aplicação de flashes ou pulsos sucessivos de luz de alta intensidade sobre o produto que se deseja tratar. Dentro da câmara são utilizadas lâmpadas de xénon com um refletor para espalhar a luz produzida, e a emissão de cada pulso é produzida por um condensador que acumula a

energia eléctrica e a liberta muito rapidamente sobre a lâmpada emitindo vários flashes de luz branca de alta intensidade (www.alimentatec.com/tecnologia-de-luz-pulsada-para-la-conservacion-de-alimentos/). A figura 9 representa esquematicamente este processo.

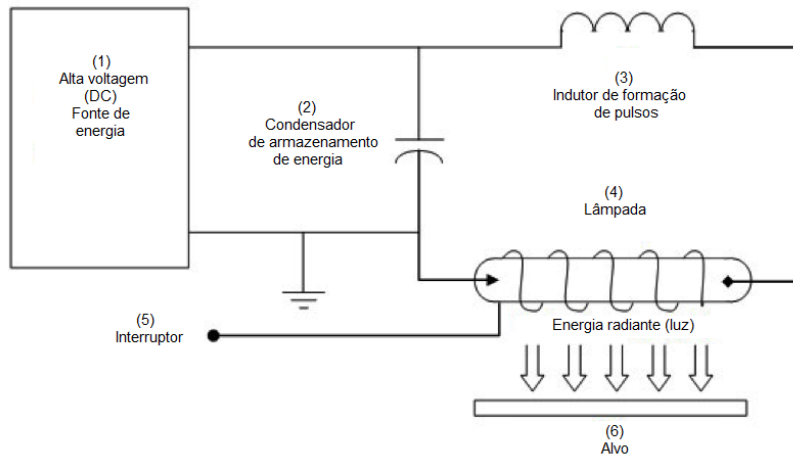


Fig. 9 – Esquema de um sistema de luz pulsada.

Fonte: (<http://worldfoodscience.com/cms/index.html@pid=1006030.html>).

A lâmpada contém um gás inerte, normalmente o Xénon. Um pulso de alta voltagem de corrente eléctrica é aplicado ao gás inerte da lâmpada, e a forte colisão entre os electrões e as moléculas de gás provoca a emissão de um intenso e curto pulso de luz (1 μ s a 0.1 s) (<http://worldfoodscience.com/cms/index.html@pid=1006030.html>). A luz produzida pela lâmpada abrange um largo espectro de comprimentos de onda, que vai desde o ultravioleta até ao infravermelho, com uma amplitude dos 100 aos 1100 nm. Sendo a zona ultravioleta a mais crucial para a eficiência deste processo. A eficácia da inativação microbiana pela luz pulsada depende da intensidade da radiação (medida em J/cm^2) e o número de pulsos distribuídos (Carmen & Aaron, 2009).

A inativação microbiana produz-se principalmente como consequência dos danos que a luz pulsada provoca no ADN, ARN, e em outras estruturas celulares. Esta tecnologia é utilizada para uma rápida inativação de microrganismos nas superfícies dos alimentos, em material de embalagens e equipamentos (Dunn *et al.*, 1995).

1.2.6.1 Vantagens da utilização da luz pulsada

Esta tecnologia é utilizada para desinfetar água, sumos de fruta sem aplicação de calor, superfícies de alimentos ou de material que esteja em contacto com os mesmos, e tratamento antimicrobiano de produtos embalados em material transparente à radiações ultravioleta (Dunn *et al.*, 1995). A luz pulsada tem potencial aplicação em tratamento de produtos que requeiram uma desinfeção rápida, e pode ser utilizada como a última operação em produtos minimamente processados. Este método evita assim a aplicação de desinfetantes químicos e conservantes, é um processo rápido, o seu custo é médio, e está também provado que contribui para o enriquecimento de vitamina D em alguns produtos, como já se aplica na empresa Dole para cogumelos laminados (http://www.xenoncorp.com/food_enhancement.html).

1.2.6.2 Desvantagens/ limitações da utilização da luz pulsada

A eficiência da luz pulsada depende da exposição microbiana. Por exemplo, a esterilização de produtos embalados só é possível se a embalagem for transparente à radiação UV. Em alimentos, que são opacos e têm superfícies irregulares a destruição de microrganismos é mais difícil de atingir. Geralmente, a utilização de luz pulsada em produtos não transparentes só pode ser usada para tratamento de superfície e para os primeiros 2 mm de profundidade do produto (Wallen *et al.*, 2001).

Outra limitação desta tecnologia é a ocorrência do efeito sombra devido à forma irregular dos alimentos ou a uma concentração muito elevada de microrganismos, este efeito reduz a eficácia da dose de radiação disponível para a eliminação microbiana (Marquenie *et al.*, 2003). A composição dos alimentos também afeta a eficiência de descontaminação da luz pulsada. Alimentos com alto teor em proteínas ou alimentos oleosos não são adequados para a descontaminação por pulsos intensos de luz. É possível que grande parte das radiações sejam absorvidas pelas proteínas e óleos, reduzindo a eficiência da radiação emitida (Goméz-López *et al.*, 2005). Alguns

estudos demonstram que a temperatura aumenta significativamente em tratamentos prolongados, alterando as propriedades dos alimentos e a sua qualidade. Contudo não existe aumento significativo de temperatura durante os primeiros segundos de tratamento. Estes estudos demonstram que é impossível a utilização deste processo por longos períodos de tempo a não ser que se incorpore um sistema eficaz de refrigeração no equipamento (Goméz-López *et al.*, 2005).

O mecanismo de destruição microbiana por comprimentos de onda de luz requer um maior estudo e esclarecimento. Em condições de laboratório o potencial da luz pulsada tem sido claramente demonstrado. Contudo a redução de bactérias nos alimentos ainda é baixa, porque os pulsos de luz não penetram com eficiência dentro dos alimentos, este mecanismo mostra-se pouco eficaz contra esporos, e pode apresentar efeitos químicos adversos (Elmnasser *et al.*, 2007).

1.2.6.3 Exemplos de aplicações e produtos

Materiais de embalagem, produtos cozidos, frutas e vegetais frescos, carnes e queijos, superfícies, água e ar (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf).

1.2.7 Pulsos Elétricos (PE) ou Pulsos de Campo Elétrico (PCE)

A utilização de pulsos elétricos no tratamento de alimentos e inativação de microrganismos começou a ser estudada no início do século passado, mas só na década de 60 foram descritas as primeiras aplicações sobre a sua utilização na desintegração de material biológico por Doevenspeck (1960) e Flaumenbaum (1968), assim como na inativação microbiológica por Sale e Hamilton (1967).

O tratamento por pulsos elétricos representa uma alternativa promissora de preservação, uma vez que se assemelha ao processo de pasteurização sem o componente térmico. Embora esta tecnologia tenha sido introduzida nos anos 60, novos desenvolvimentos tecnológicos, como a utilização da câmara de tratamento contínuo têm estimulado e renovado o interesse por esse tratamento (Azerêdo *et al.*, 2008).

Este método utiliza pulsos de alta voltagem (produção de altas intensidades elétricas, normalmente 20-80 kV/cm), numa câmara de tratamento contendo alimentos situados entre dois elétrodos (Góngora-Nieto *et al.*, 2002). Estas altas intensidades elétricas são conseguidas pela acumulação de grande quantidade de energia num condensador, que a fornece e descarrega em forma de pulsos, durante curtos espaços de tempo (normalmente em menos de 1s), de forma uniforme e com um aumento mínimo de temperatura, a figura 10 representa esquematicamente este processo (Zhang *et al.*, 1995).

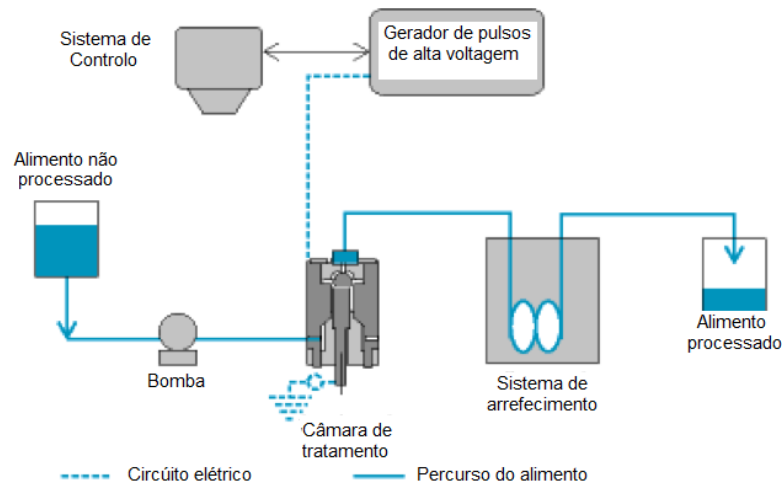


Fig. 10 – Esquema de um sistema de pulsos elétricos.

Fonte:

(<http://www.accessscience.com/overflow.aspx?SearchInputText=Food+engineering&ContentTypeSelect=10&term=Food+engineering&topic=FOOD:ENG&p=2>).

A inativação microbiana por pulsos elétricos depende de vários factores que são críticos para a eficácia do tratamento. Esses factores podem

ser classificados por: Parâmetros do processo (intensidade do pulso, tempo e temperatura de tratamento), atributos do produto (pH, compostos iônicos, condutividade), características dos microrganismos (tipo, concentração e estágio de crescimento) (Azerêdo *et al.*, 2008).

1.2.7.1 Parâmetros do processo

1.2.7.1.1 Intensidade do pulso elétrico

A intensidade do pulso elétrico é diretamente proporcional à inativação microbiana, ou seja, quanto maior for a intensidade do pulso maior será o grau de inativação (Qin *et al.*, 1995).

1.2.7.1.2 Tempo de tratamento

Define-se tempo de tratamento como o produto entre o número e a duração dos pulsos. O aumento de qualquer uma destas variáveis eleva a inativação microbiana (Sale e Hamilton, 1967).

Maiores amplitudes requerem menores intensidades do pulso, que por sua vez resultam em maior inativação microbiana. Contudo maior duração do pulso pode também resultar num aumento de temperatura indesejável. Condições ótimas de processamento devem ser estabelecidas para obter o mais alto nível de inativação microbiana com o mais baixo efeito de aquecimento (Hulsheger *et al.*, 1983).

1.2.7.1.3 Temperatura de tratamento

Como a intensidade do pulso aumenta a temperatura dos alimentos, é necessário efetuar um arrefecimento para manter a temperatura bastante abaixo das geradas pelos processos térmicos (Jayaram *et al.*, 1992).

1.2.7.2 Características do produto

A condutividade elétrica do meio (σ), definida como capacidade de conduzir a corrente elétrica, contribui como uma importante variável no tratamento por pulsos elétricos. A condutividade elétrica pode ser expressa por diferentes unidades, no Sistema Internacional de Unidades (S.I.), utiliza-se Siemens por metro (S/m). Entretanto em medições realizadas em amostras de água, pode utilizar-se microSiemens ($\mu\text{S/cm}$) ou miliSiemens por centímetro (mS/cm). Nos Estados Unidos utiliza-se mho/cm, mantendo a relação $\text{mho/cm} = \text{S/cm}$. Alimentos com alta condutividade elétrica geram menos picos elétricos na câmara de tratamento, tornando inviável o uso desse processo. A taxa de inativação de microrganismos aumenta com o decréscimo da condutividade, no entanto, ocorrem variações conforme o microrganismo ou o meio térmico utilizado (Jayaram *et al.*, 1992).

1.2.7.3 Suscetibilidade dos microrganismos à aplicação de PCE.

As bactérias Gram-positivas são mais resistentes ao tratamento por pulsos elétricos do que as Gram-negativas (Sale e Hamilton, 1967). Isto pode ser devido à rigidez das camadas de peptidoglicano presentes na parede celular de bactérias Gram-positivas (Lado e Yousef, 2002).

Os fungos, são mais sensíveis a este tratamento do que as bactérias devido ao maior tamanho, embora pareçam ser mais resistentes que as células Gram-negativas aos pulsos de menor intensidade (Sale e Hamilton, 1967).

Os esporos são os mais difíceis de inativar por serem menores e mais circulares (Márquez *et al.*, 1997).

O número de microrganismos no alimento pode alterar a inativação por pulsos elétricos. O efeito da concentração microbiana sobre a inativação pode ter relação com a formação de colónias ou possivelmente por estarem

localizados de maneira oculta, bem mascarados em regiões de baixa condutividade elétrica (Hulsheger *et al.*, 1983).

Em geral, as células nas fases logarítmicas são mais sensíveis do que na fase estacionária, devido à membrana celular se encontrar mais suscetível ao efeito do pulso elétrico (Hulsheger *et al.*, 1983).

Embora a inativação de microrganismos feita por esta tecnologia tenha vindo a ser bastante estudada, ainda pouco se sabe sobre os efeitos dos pulsos elétricos de alta energia sobre proteínas e outros constituintes dos alimentos (Azerêdo *et al.*, 2008).

1.2.7.4 Vantagens da utilização de pulsos elétricos

Este método apresenta tempo de tratamento relativamente curto, proporciona uma pasteurização a baixa temperatura, é eficiente em produtos líquidos, mantém as características sensoriais do produto, não apresenta evidências de toxicidade. Esta tecnologia pode complementar um tratamento térmico, ou substituí-lo completamente (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf).

1.2.7.5 Desvantagens/ limitações da utilização de pulsos elétricos

Este método não é indicado para alimentos sólidos ou líquidos que contenham bolsas de ar, é indicado apenas para líquidos ou partículas em líquidos. Dificuldade de uso com materiais condutores, apresenta baixa eficiência sobre enzimas e esporos, produtos da eletrólise podem afetar adversamente os alimentos (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf).

1.2.7.6 Exemplos de aplicações e produtos

Para alimentos líquidos, pasteurização de sumos, ovo líquido e leite, descongelamento acelerado, descontaminação de alimentos sensíveis ao calor (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf).

1.2.8 Embalagens de Atmosfera Modificada

O ambiente em que se encontram os alimentos tem influência na composição e desenvolvimento da flora microbiana e na rapidez com que podem surgir os fenómenos de rancificação oxidativa ou de maturação de frutas e legumes. Alterando a composição do meio ambiente é possível prolongar o tempo de conservação dos alimentos, proporcionando aos consumidores produtos de boa qualidade, reduzindo as concentrações de conservantes químicos ou a intensidade de tratamentos térmicos (<http://www.segurancalimentar.com/conteudos.php?id=49>).

Assim como outras técnicas de preservação de alimentos, o acondicionamento em atmosfera modificada foi descoberto ao acaso. No final do século XIX, o transporte marítimo de carcaças da Austrália para a Europa era feito sob refrigeração com gelo seco (dióxido de carbono sólido). Os múltiplos benefícios do arrefecimento com CO₂ em relação ao arrefecimento convencional foram apenas observados, mas não traduzidos em conceitos tecnológicos. No início do século XX, alguns agricultores notaram que as maçãs armazenadas em câmaras frigoríficas fechadas mantinham a qualidade por muito mais tempo do que quando armazenadas em ambientes expostos ao ar. Cientistas como Kidd e West, a partir 1927, foram os primeiros a utilizar atmosferas de composição diferente daquelas do ar ambiente, para retardar o processo de respiração de produtos conservados em câmaras frigoríficas (<http://pt.scribd.com/doc/129991332/Apostila-de-Atmosfera-Modificada>).

A partir da década de 70, este conceito foi estendido do armazenamento em câmaras para as embalagens com atmosfera modificada, tendo sido feita a primeira aplicação comercial em 1974, por uma companhia francesa (SCOPA) que começou a vender carne embalada em atmosfera modificada (Church, 1994).

A embalagem a vácuo foi a primeira forma de atmosfera modificada desenvolvida comercialmente. Com boas condições de realização do vácuo, o nível de oxigénio reduz-se a menos de 1% (Parry, 1993).

O conceito de embalagens de atmosfera modificada, consiste em substituir a atmosfera que rodeia o alimento por uma mistura de gases

adequada, que permita controlar as reações enzimáticas e microbianas, retardando a degradação dos alimentos e aumentando o seu tempo de vida (<http://www.airliquide.pt/pt/as-suas-necessidades-sao/embalagem-em-atmosfera-modificada.html#.UilTPHBxilo>).

Nas embalagens de atmosfera modificada, são usados vários gases, ou misturas de gases, sendo os mais importantes o CO₂, o N₂ e o O₂. O efeito inibitório da MAP está diretamente relacionado com a quantidade CO₂ presente. O dióxido de carbono, exerce um forte efeito inibidor sobre o crescimento bacteriano e fúngico, é particularmente efetivo, contra bactérias aeróbias Gram-negativas da decomposição, tais como *Pseudomonas* e *Shewanella*, que provocam alteração de cor e odor em carnes e peixes (Church & Parsons, 1995).

O modo de ação do CO₂, depende da sua dissolução no produto embalado. A solubilidade deste gás aumenta com a diminuição da temperatura de armazenamento, pelo que baixas temperaturas produzem um efeito sinérgico na ação bacteriostática do CO₂. O CO₂ é solúvel em água e em gorduras e o seu efeito bacteriostático é influenciado pela carga bacteriana inicial, pela temperatura de armazenamento e pelo tipo de produto embalado. Quando o CO₂ se dissolve na água, acidifica o meio. A acidificação, assim como o efeito antimicrobiano do CO₂ podem impedir o crescimento de muitos microrganismos presentes nos alimentos (Church & Parsons, 1995).

A absorção do CO₂ pelo produto causa uma pequena redução no volume do gás. Em alimentos com uma elevada humidade, como carnes vermelhas, aves e pescado, a excessiva absorção de CO₂ pode originar o colapso da embalagem, fazendo com que o produto fique com o aspeto de embalagem a vácuo, por essa razão, é muito importante garantir que a percentagem alimento/volume da embalagem seja bem controlado (Church & Parsons, 1995).

O nitrogénio é um gás inerte com baixa solubilidade na água e nas gorduras. Nas embalagens de atmosfera modificada, é utilizado, principalmente para substituir o oxigénio, retardando a oxidação, prevenindo a rancificação das gorduras em alguns produtos e dificultando o desenvolvimento de microrganismos aeróbios responsáveis pela decomposição dos alimentos (Church & Parsons, 1995).

O N_2 tem ainda a função de atuar como agente de enchimento, para evitar o colapso da embalagem, em alimentos que absorvem o CO_2 (Parry, 1993).

Segundo Chen *et al.*(2003), há uma diminuição significativa do crescimento microbiano quando é utilizada a mistura de $CO_2:O_2:N_2$ na proporção de 30:5:65.

Para a obtenção de atmosfera modificada pode-se recorrer a diversos métodos, tais como, manter o produto em embalagens de plástico, como filmes de PVC e sacos de polietileno, utilizar ceras ou similares, ou fazer o controle atmosférico do recinto de armazenamento (Kluge *et al*, 1999).

A atmosfera modificada pode ser obtida ativa ou passivamente. Na atmosfera modificada passiva, o produto é acondicionado em embalagem e a atmosfera é modificada pela própria respiração do produto, em função da permeabilidade da embalagem e da temperatura. A atmosfera modificada ativa é criada, injetando-se inicialmente no espaço livre da embalagem, uma mistura gasosa predeterminada, sendo a atmosfera de equilíbrio determinada também pela interação entre o produto, embalagem e o ambiente (Vilas Boas *et al*, 2004). Exemplos destas embalagens e equipamento podem ser observados na figura 11.



Fig. 11 – Equipamento MAP e exemplos de produtos embalados

Fonte: (<http://www.propac.com/machinesarpacathena.html>).

1.2.8.1 Vantagens da utilização de embalagens com atmosfera modificada.

1 - Extensão da vida útil do produto

Dependendo do produto, a sua vida útil pode ser estendida entre 50 e 500%, o que se traduz em minimização de perdas, os stocks podem ficar mais eficientes e reduzir desperdícios e ainda permite a exportação dos produtos para qualquer mercado internacional (<http://www.airproducts.com/industries/foodbeverage/fishseafood/product-list/~media/6BD05764E11D431EB5B4F093740F9771.pdf>).

2 - Qualidade

Mantêm a qualidade do produto (aspeto, cor, sabor, textura, cheiro), devido a uma taxa de deterioração do alimento mais lenta. A apresentação do produto é melhor e a utilização de conservantes e aditivos é minimizada. Evita ainda ou atrasa degradações enzimáticas e microbianas (<http://www.airproducts.com/industries/foodbeverage/fishseafood/product-list/~media/6BD05764E11D431EB5B4F093740F9771.pdf>).

Vantagens da utilização de MAP em vários tipos de produtos.

Carnes

A utilização de atmosfera modificada aumenta a vida útil do produto e melhora a apresentação no ponto de venda, o CO₂ possui um forte efeito inibidor ao crescimento das bactérias que representam maior problema na carne fresca, uma combinação ideal de oxigénio e dióxido de carbono permite manter a coloração típica da carne (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Frutas e vegetais

A aparência, o aroma, e o sabor destes alimentos recém colhidos, são as condições fundamentais que o processo de atmosfera modificada trata de preservar.

Os principais mecanismos de deterioração que afetam verduras e frutas frescas, inteiras, cortadas, ou descascadas, são o crescimento microbiano, o escurecimento enzimático, e a perda de humidade. A utilização da atmosfera modificada é bastante efetiva para inibir estes mecanismos, além de aumentar a sua vida útil ao reduzir a respiração, maturação e o amolecimento dos produtos frescos (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Produtos lácteos

O crescimento microbiano e a oxidação das gorduras com produção de odores desagradáveis (ranço), são as principais causas de deterioração da qualidade dos produtos lácteos.

O tipo de decomposição depende das características de cada produto, por exemplo, para queijos duros, a aplicação de atmosfera modificada reduz a atividade microbiana e contribui para a manutenção da textura, nos queijos macios, inibe o crescimento microbiano e a produção de ranço, no leite em pó, é indispensável retirar o oxigénio residual da embalagem para prevenir o ranço, preservando a qualidade original do leite (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Peixes e frutos do mar

No caso deste tipo de produtos, a embalagem em atmosfera modificada com a combinação dos gases na proporção correta e com a temperatura de conservação correta, permite prolongar a vida útil por vários dias (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Produtos de panificação

Os fungos são os principais microrganismos presentes neste tipo de produto, por serem microrganismos aeróbios, podem ser controlados efetivamente utilizando dióxido de carbono, e conseqüentemente, estender a vida útil de produtos de panificação por vários dias (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Alimentos preparados

A utilização de embalagens de com atmosfera modificada é indicada para produtos como, massas, pizzas, saladas e todo o tipo de alimentos pré-elaborados, melhorando a qualidade, vida útil e o tempo de processamento, sem a utilização de aditivos e conservantes artificiais (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

Produtos secos

Os produtos secos, tais como, cereais, frutos secos, especiarias, café, frutas secas, chás, chocolate em pó, entre outros, necessitam de uma atmosfera inerte para aumentar a sua vida útil, uma vez que alguns possuem alto teor de gordura e são muito susceptíveis à oxidação. O aumento da vida útil e a qualidade destes produtos dependem totalmente da concentração de oxigênio presente na embalagem. A embalagem de atmosfera modificada pode ampliar a vida útil destes produtos por vários dias (<http://sunnyvale.com.br/solucoes/tecnologia/Default.aspx>).

1.2.8.2 Desvantagens/ limitações da utilização de embalagens com atmosfera modificada.

Grande investimento inicial em equipamento de embalamento, custo dos gases e material de embalagem, investimentos em sistemas de controle de qualidade, potenciais riscos de crescimento de microrganismos

patogénicos derivado ao excesso de temperatura que podem ocorrer no processo de distribuição ou armazenamento, uma vez que estes produtos podem ser conservados à temperatura ambiente (Sivertsvik *et al.*, 2002).

As embalagens com atmosfera modificada constituem uma importante ferramenta tecnológica para aumentar a vida útil de diversos produtos, contudo é necessário escolher a embalagem apropriada para cada produto a ser acondicionado, visto que variam em função das suas características (Sivertsvik *et al.*, 2002).

1.2.9 Ultrassons

O efeito que as ondas de ultrassom de alta potência têm sobre características físicas, bioquímicas e propriedades de alimentos tem gerado um grande interesse. As ondas ultrassônicas são semelhantes às ondas sonoras, mas com uma frequência muito mais elevada, imperceptível ao ouvido humano Fig. 10. Normalmente, a gama de frequências audíveis pelos seres humanos é de 20 Hz a 20 kHz, enquanto que a ultrassônica está acima dos 20 kHz (Cárcel *et al.*, 2012).

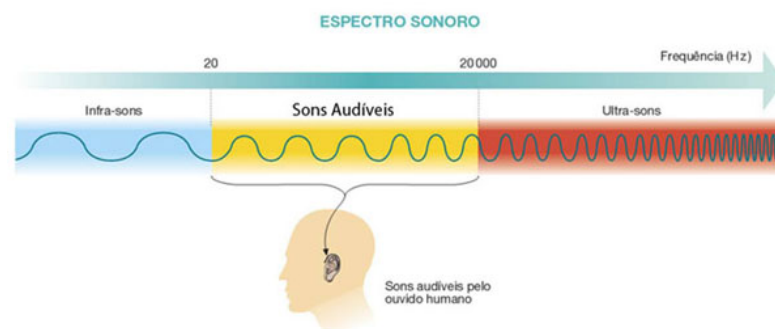


Fig. 12 – Localização dos ultrassons no espectro sonoro

Fonte: (http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html).

O ultrassom tem as propriedades de ondas sonoras, como a reflexão, interferência, adsorção e de dispersão, e pode ser propagado através de sólidos, líquidos e gases. A primeira observação do ultrassom foi feita por Lazzaro Spallanzini, em 1794, ao demonstrar que os morcegos se orientavam mais pela audição do que pela visão para localizar obstáculos e presas, mas

os estudos sistemáticos de agentes físicos, químicos e biológicos produzidos por ultrassons começou em 1900 (Guariglia, 2004). Na década de 1920, foram feitas muitas investigações importantes com aplicação potencial para a indústria alimentar. À volta dos anos 2000-2001, vários investigadores afirmaram que as ondas de ultrassons podem ser utilizadas para a rutura de microrganismos, acelerar reações químicas, emulsificar óleo e água, atomizar líquidos, causar agitação no interior das células, entre outras. Em 2001, Nyborg identificou mecanismos para explicar os efeitos de ultrassons, como o aquecimento, agitação, agregação e cavitação (Torley e Bhandari, 2007).

As frequências de onda utilizadas podem ser divididas basicamente em dois tipos, alta frequência – baixa intensidade (ultrassom com frequência de MHz), e baixa frequência – alta intensidade (ultrassom com frequência de kHz) (Manson *et al.*, 1996).

Alta frequência – baixa intensidade, servem para medir as propriedades do meio em que elas se espalham, ou parâmetros relacionados como a composição, mudança de fase, e distribuição de tamanho de partículas do alimento, já que elas não produzem qualquer alteração (Manson *et al.*, 1996).

Baixa frequência – alta intensidade, podem causar alterações, através de efeitos físicos, químicos e Mecânicos, no material em que se aplicam ou afetar um processo, podendo melhorar a sua qualidade. Este tipo de frequências é o mais utilizado (Manson *et al.*, 1996).

As ondas sonoras podem ser paralelas (longitudinais) ou perpendicular (transversais) à direção de propagação da onda. Nas ondas transversais, o movimento das partículas é perpendicular à direção da propagação da onda. Como os líquidos e gases não suportam tensão tangencial em condições normais, as ondas transversais podem se propagar através dos sólidos. A velocidade destas ondas depende do tipo de material e é relativamente baixa comparado com as ondas longitudinais (Torley e Bhandari, 2007). Nas ondas longitudinais, o movimento das partículas e o movimento das ondas têm a mesma direção, e estas propagam-se por sólidos, líquidos ou gases, por isso são amplamente utilizadas em aplicações de ultrassom (Torley e Bhandari, 2007).

Os parâmetros que caracterizam as ondas de ultrassom são, a velocidade, comprimento de onda, frequência, amplitude e intensidade. A velocidade de propagação de um som num meio está relacionada com o comprimento de onda e a frequência, e depende das propriedades físicas do meio através da qual as ondas se propagam. Para sólidos e líquidos, a velocidade está relacionada com a densidade e elasticidade de uma base sólida ou líquida. No caso dos gases, a relação inclui a pressão, o calor específico a pressão constante e o calor específico a volume constante (Torley e Bhandari, 2007). O comprimento de onda (λ), é a distância entre as cristas das ondas adjacentes. A frequência (f), é o número de cristas de onda que passam por um determinado ponto numa unidade de tempo. A amplitude (A), é a altura da onda, determina a força das ondas, e está relacionada com a energia contida na onda. A intensidade (I), é a medida do fluxo de energia acústica através de uma unidade de área do meio numa unidade de tempo. Como as ondas sonoras passam através de qualquer meio real, a intensidade do sinal diminui com a distância de propagação, devido ao espalhamento das ondas sonoras e absorção de parte da energia sonora pelo material (Torley e Bhandari, 2007).

Em meios líquidos, o efeito de ultrassom mais conhecido é a cavitação, que se dá quando uma onda sonora intensa passa através de um líquido, criando regiões de compressão (pressão positiva) e de rarefação (pressão negativa). Se a pressão negativa durante a rarefacção for suficientemente alta, pode-se formar uma cavidade ou bolha no líquido. Podem-se formar dois tipos principais de cavidade, a transitória e a estável, cada uma demonstra um tipo diferente de comportamento (Torley e Bhandari, 2007). Na cavitação transitória, ocorre quando uma cavidade aumenta de tamanho progressivamente ao longo de um número de ciclos de compressão e rarefacção, até ao colapso violento, causando alta pressão e mudança de temperatura. As bolhas crescem durante a rarefacção e sofrem colapso durante o ciclo de compressão. Quando se dá o colapso da bolha, e esta está perto de uma superfície sólida, forma-se um micro-jato, e dependendo das circunstâncias, os micro-jatos podem ter efeitos favoráveis, como para a limpeza de superfícies, ou quando ocorre na interface entre dois líquidos

imiscíveis, onde os micro-jatos podem formar uma emulsão. Na cavitação estável, as bolhas crescem pouco ou moderadamente durante cada ciclo acústico, e existem muitos ciclos de compressão e rarefação, eles são produzidos em intensidades de ultrassom relativamente baixa (Torley e Bhandari, 2007).

Sonochemistry (sonoquímica) é o termo utilizado para reações químicas realizadas sob um campo acústico, geralmente ultrassónico. A utilização do ultrassom na indústria alimentar tem vindo a ser alvo de pesquisa e desenvolvimento até aos dias de hoje, em Portugal têm-se realizado estudos sobre o efeito desta tecnologia em conjunto com tratamento térmico (termosonificação) aplicados ao agrião (Cruz, Vieira & Silva, 2006, Cruz *et al.*, 2006).

1.2.9.1 – Efeitos da utilização de ultrassons

Na utilização deste tipo de frequência os efeitos químicos e mecânicos da cavitação, são importantes e as aplicações são muito abrangentes.

1.2.9.1.1– Efeito em células vivas: Estimulação de atividade

Existem vários exemplos em que a utilização de ultrassons de baixa intensidade aumenta a produção de produtos alimentares, através do aumento da eficiência das células sem que haja rutura das paredes celulares. Um exemplo, é a utilização ultrassónicas na ativação de um nutriente líquido para melhorar a percentagem de crescimento das células de algas. Essencialmente, isto resulta num aumento de produção de proteínas, e representa uma possibilidade real para a produção de materiais alimentares provenientes de fontes menos comuns. Outro exemplo, demonstra que a utilização de ultrassons como processo suplementar (método combinado), leva a uma redução do tempo de produção de iogurte até 40 %, e aparentemente melhora a consistência e a textura do produto. Uma das

descobertas importantes neste trabalho é que o uso do ultrassom reduz a dependência normal do processo na origem do leite (Manson *et al.*, 1996).

A influência do ultrassom também foi relatada na incubação de ovos de peixe em piscicultura. Quando estes são expostos a frequências ultrassônicas leva a uma redução no tempo de incubação, aumenta a divisão dos ovos e depois de nascerem os peixes apresentam uma maior percentagem de sobrevivência, aumentando consideravelmente o potencial da indústria de piscicultura (Xie *et al.*, 1992).

As colheitas agrícolas dependem da percentagem de germinação e crescimento das sementes. A utilização de tratamento ultrassônico nas sementes antes de serem semeadas, é um método eficaz para produção de colheitas, devido a reduzir o tempo de germinação e aumentar a produtividade. Normalmente esta técnica consiste em colocar as sementes dentro de água e aplicar um tratamento com ultrassons, no qual ajuda à quebra de dormência da semente, o que leva a uma substancial redução do tempo de germinação, esta técnica tem sido utilizada para arroz, feijão e Lotus (Nagy, J. *et al.*, 1984).

Estudos demonstraram que tratamentos ultrassônicos podem reduzir o tempo de amadurecimento de produtos hortícolas, esta técnica tem sido aplicada em tomates, e pode reduzir o seu tempo de amadurecimento até 10 dias (Manson *et al.*, 1996).

As perspectivas para este tipo de tecnologia são bastante promissoras, para além de melhorarem a germinação, aumentando a percentagem de crescimento inicial e reduzirem o tempo de amadurecimento, esta tecnologia é também rival a tratamentos químicos e pode levar a uma agricultura mais orgânica.

1.2.9.1.2 – Efeito em células vivas: Destruição sonoquímica

Uma das maiores aplicações industriais de ultrassons de alta intensidade é na limpeza, e está provado que é extremamente eficiente. A utilização de ultrassons é particularmente útil na descontaminação de superfícies, devido aos micro jactos proporcionados pelo colapso cavitacional

junto das superfícies, eliminando sujidade e bactérias. Uma vantagem particular é o facto da limpeza ultrassónica conseguir chegar ao interior de fissuras ou sítios de difícil acesso, que não são facilmente alcançados pelos métodos de limpeza convencionais. Este método é utilizado como um método de esterilização e descontaminação de instrumentos e superfícies na indústria alimentar, médica, cirúrgica e dentária (Boucher 1980).

Ultrassons de alta intensidade, por si só, estão associados a danos e rutura das paredes das células biológicas, no qual resulta na destruição das células, mas são necessárias intensidades muito elevadas para o ultrassom efetuar a esterilização completa. Contudo, o método de ultrassons pode ser utilizado em conjunto com outras técnicas, como por exemplo o uso de bactericidas ou temperaturas elevadas, para a destruição de microrganismos. Este processo também é utilizado esterilizar ou pasteurizar fluidos em conjunto com o calor, uma vez que o tempo de processamento e as temperaturas podem ser reduzidos, atingindo os mesmos valores de destruição de microrganismos (Manson *et al*, 1996).

1.2.9.1.3 – Efeito em enzimas

Uma das primeiras utilizações de ultrassons de alta intensidade na bioquímica foi para destruir as paredes de células biológicas, de forma a libertar o seu conteúdo. Muitos dos primeiros sistemas ultrassónicos foram comercializados como destruidores de células. Subsequentemente, tem sido demonstrado que o mesmo ultrassom de alta intensidade, pode ser usado para produzir um efeito positivo na atividade enzimática, contudo se a intensidade for demasiado alta pode ocorrer a desnaturação da enzima, o que muitas vezes é intencional na utilização deste método (Manson *et al*, 1996).

Uma das áreas de pesquisa de interesse, tem sido a ativação sonoquímica de enzimas imobilizadas, onde o ultrassom aparenta ser particularmente útil em aumentar o transporte do substrato à enzima. Utilizando a enzima α -quimotripsina (em gel de agarose) e caseína como substrato, observou-se que o aumento da atividade duplicou a 20 kHz (Ishimori *et al* 1981) . Neste caso, julga-se que a origem do melhoramento

está associada ao aumento de penetração da caseína no suporte de gel, induzido pelo efeito cavitacional perto da superfície. Contudo um aumento de atividade da α -amilase (em poliestireno poroso) foi produzido com irradiação com 7 MHz de ultrassom. Este resultado é bastante significativo, uma vez que a esta elevada frequência não ocorre cavitação, e neste caso, o aumento de atividade julga-se estar associado a um maior microstreaming de reagentes para a superfície (Manson *et al.*, 1996).

A possibilidade da utilização de ultrassons como método para inibir a atividade enzimática, já é conhecida há muitos anos, à volta de 60 anos atrás, Chambers relatou que a pepsina era inativada pela aplicação de ultrassons, provavelmente como resultado da cavitação. A atividade da peroxidase, que se encontra na maioria das frutas e vegetais crus, e que está associada a sabores desagradáveis e pelo aparecimento de pigmentos castanhos, pode ser reduzida progressivamente até 90% com a aplicação de ultrassons (20 kHz) (Wiltshire, 1992). O efeito sinérgico da combinação de tratamento térmico com tratamento ultrassónico permite inativar várias enzimas a temperaturas mais baixas e/ou em tempos mais reduzidos. (Vercet *et al.*, 2001). O tratamento combinado de calor/ultrassom (termosonificação) é útil na inativação da enzima peroxidase no agrião e permite temperaturas de branqueamento menos severas (Cruz, Vieira & Silva, 2006). A termosonificação também se mostrou ser mais eficiente na inativação desta enzima do que o tratamento convencional de branqueamento (Cruz *et al.*, 2006).

1.2.9.1.4 - Efeito emulsificador

Um das primeiras utilizações de ultrassons de alta intensidade em processamento foi em emulsificações. Se ocorrer um colapso de uma bolha junto dos limites das fases de dois líquidos imiscíveis, o choque da onda resultante pode proporcionar uma mistura muito eficiente das camadas. Emulsões estáveis geradas por ultrassons têm sido usadas nas indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentares. Estas emulsões são muitas vezes mais estáveis que as produzidas convencionalmente, e normalmente não é

necessário a utilização de nenhum agente de atividade superficial (Manson *et al*, 1996).

A utilização de ultrassons em processamento cria novas e interessantes metodologias que são muitas vezes complementares a técnicas clássicas. Tem-se demonstrado que a utilização de ultrassons em conjunto com outras técnicas é particularmente útil na esterilização, extração, congelamento e filtração, reduzindo o tempo de processamento e aumentando a sua eficácia. Estudos sobre ultrassons têm demonstrado outras áreas de interesse, incluindo estimulação de células vivas e enzimas. Existe um grande interesse em pesquisas futuras para o uso de ultrassons no âmbito do processamento alimentar, tanto para as indústrias como a nível académico (Manson *et al*, 1996).

1.2.9.2 Vantagens da utilização de ultrassons

Esta tecnologia é eficaz contra células vegetativas, esporos e enzimas, possibilita possíveis modificações desejáveis de estrutura e textura de alguns alimentos, permite operações contínuas ou por lote, tem efeito sobre a atividade das enzimas, quando combinada com outra tecnologia reduz o tempo e temperaturas de processamento (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materiais/223.pdf).

1.2.9.3 Desvantagens/ limitações da utilização de ultrassons

Modo de ação complexo, profundidade de penetração afetada por sólidos e ar no produto, modificações indesejáveis na estrutura e textura de alguns alimentos, necessita de ser utilizado em combinação com outro processo (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materiais/223.pdf).

Os objetivos deste trabalho foram conhecer o comportamento dos portugueses em relação a estas novas tecnologias e avaliar o sucesso destes produtos no mercado português.

2. Metodologia

2.1 – Elaboração dos inquéritos

Procedeu-se a uma revisão de literatura sobre estes processos mencionados, e elaborou-se um inquérito para avaliar a reação do consumidor português em relação à aceitação destes processos. O inquérito englobou 55 perguntas de caixa fechada sobre produtos e tecnologias mencionadas, em anexo o inquérito apresentava um pequeno texto explicativo sobre cada tecnologia. Para este inquérito foi selecionado um exemplo demonstrativo de um produto para cada tipo de processo, de forma a simplificar a associação produto / tecnologia. Os exemplos selecionados foram os seguintes: sumo de fruta processado com alta pressão hidrostática, frutos congelados previamente tratados com impregnação por vácuo, embalagens de libertação controlada para embalar queijo flamengo, manga pré-tratada com luz pulsada, puré de maçã pré-tratada com pulsos elétricos, coelho embalado com atmosfera modificada, frutos em iogurte pré-tratados por desidratação osmótica, vegetais congelados pré-tratados com ultrassons, vegetais congelados pré-tratados com radiação ultravioleta.

2.2 – Tamanho da amostra

Com o objetivo de alcançar todo o tipo de consumidores, o inquérito abrangeu uma população de 642 indivíduos de ambos os sexos, com origem, idades, habilitações e rendimentos diferentes.

2.3 – Meios utilizados

Os inquiridos escolhidos responderam ao questionário através de abordagem direta, correio eletrónico e facebook, o facebook permitiu uma maior abrangência a nível nacional. O questionário foi partilhado em formato Google docs, de forma a facilitar a recolha de informação e depois analisado com o software de estatística SPSS (PASW Statistics 18).

3. Resultados e Discussão

3.1 – Distribuição dos Inquiridos.

Analisando os gráficos podemos concluir:

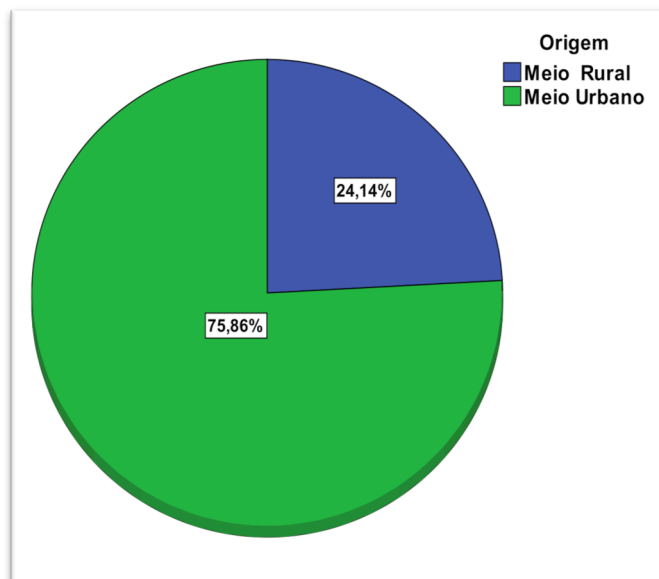


Fig. 13 - Origem dos inquiridos

Pela observação da figura 13 verificou-se que houve uma maior abrangência na área urbana (75,86%).

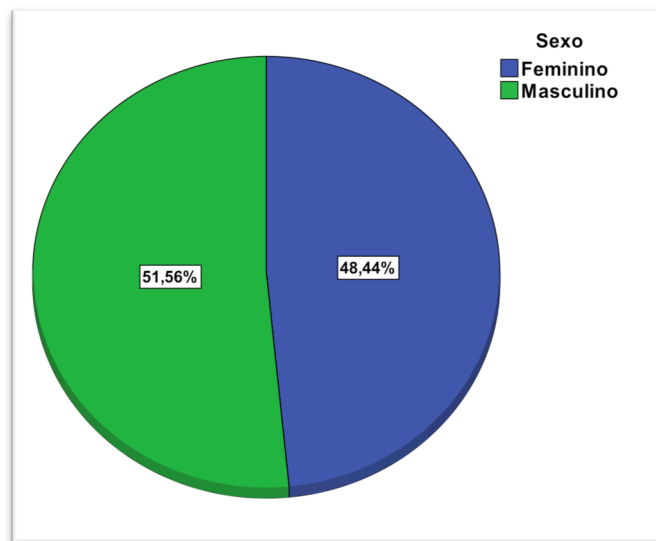


Fig. 14 – Género dos inquiridos

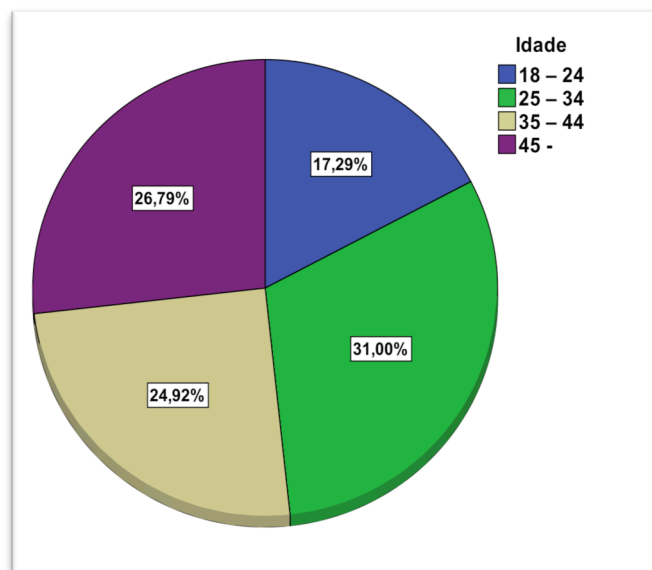


Fig. 15 - Idade

As distribuições a nível do género e idade foram relativamente homogéneas, como se verificou através das figuras 14 e 15.

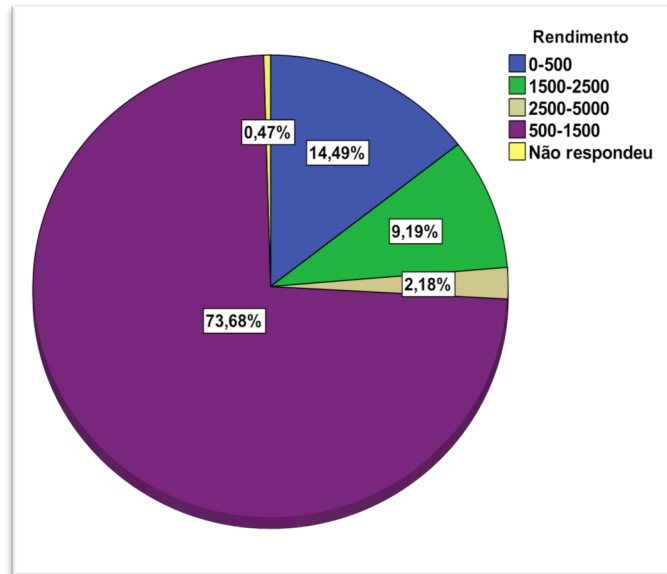


Fig. 16 - Rendimento

A figura 16 mostra que maioria dos inquiridos apresenta um rendimento médio entre os 500 e os 1500 € (73,68%).

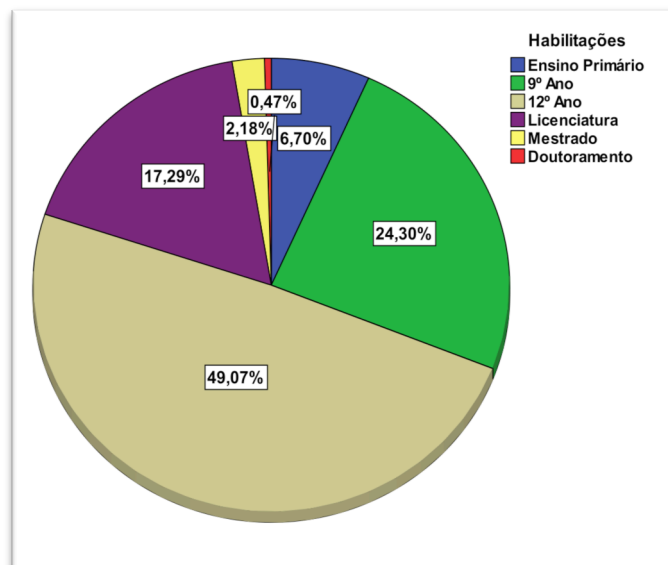
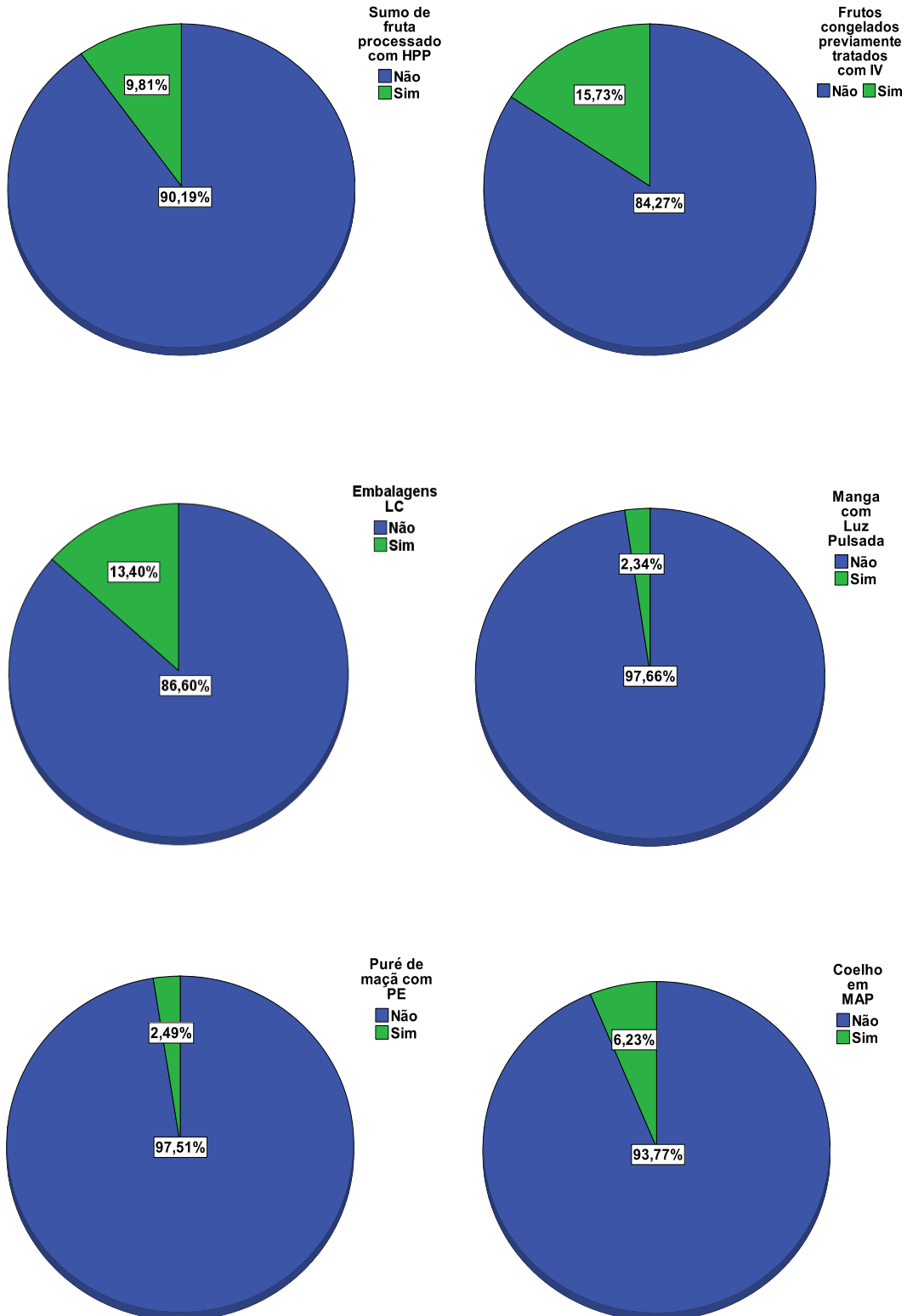


Fig. 17 – Habilitações literárias

Pela observação da figura 17 verificou-se que aproximadamente metade da população que respondeu ao inquérito tem o 12º ano de escolaridade.

3.2 – Conhecimento por parte dos inquiridos em relação

a cada produto.



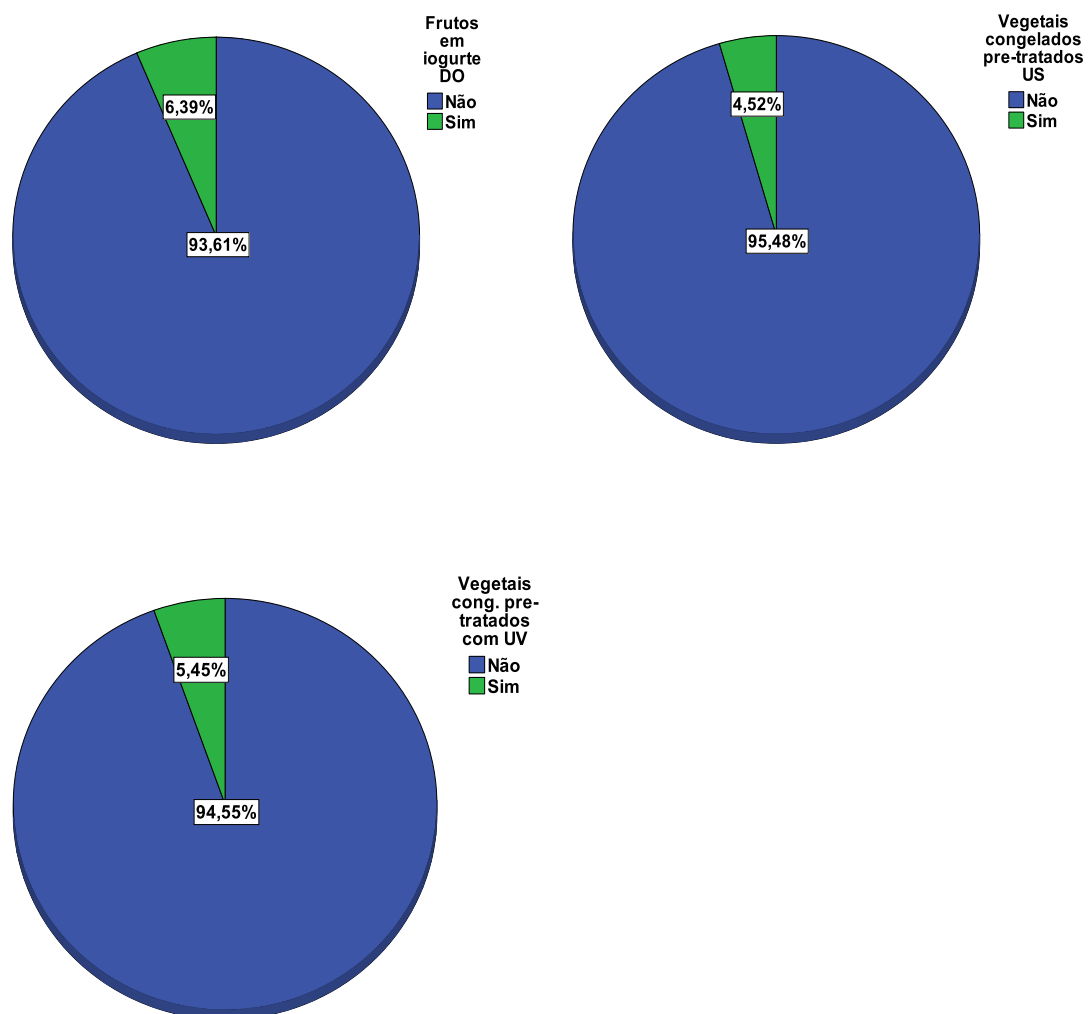


Fig. 18 – Comparação do conhecimento geral dos produtos processados por todas as tecnologias estudadas por parte dos consumidores.

Através da observação da figura 18, verificou-se que os produtos processados com estas novas tecnologias não são do conhecimento geral dos consumidores, uma vez que as percentagens dos inquiridos que conhecem estes processos tecnológicos são muito baixas, o que demonstra uma grande falta de informação fornecida por parte das empresas em relação a novos produtos. Isto em parte deve-se ao medo que as empresas têm perante a aceitação dos consumidores em relação a novos produtos alimentares produzidos com tecnologias alternativas, como se pôde constatar pela informação pedida por email a uma empresa alemã de equipamento de

laboratório e industrial ultrassónico sobre as empresas utilizadoras dos seus equipamentos, com a finalidade de obter informações sobre empresas que produzem alimentos com a tecnologia de ultrassons e os seus produtos, a resposta obtida foi que todas as empresas tinham um acordo de confidencialidade e não poderiam fornecer nomes, o que poderia pôr em causa a aceitação desses produtos por parte do consumidor. Para muitas empresas a informação sobre os benefícios dos produtos obtidos por tecnologias emergentes é uma forma mais eficiente de aumentar o sucesso dos mesmos, outras preferem omitir a informação com receio que não haja aceitabilidade por parte do consumidor. Estas opiniões também divergem segundo alguns autores. Estudos mostraram que na medida em que cresce o conhecimento sobre os benefícios destas tecnologias e possíveis riscos, a aceitabilidade dos produtos é aumentada (Zimmerman *et al.*, 1994), Young (2003) afirma que os consumidores sempre suspeitaram de alimentos processados por novas tecnologias.

A tecnologia mais conhecida é a Impregnação a vácuo com 15,73% de resposta positivas, este facto pode dever-se à falta de informação por parte das pessoas, visto que muitas confundem este processo com o embalamento a vácuo, como se pode constatar pelos comentários quando se recolheu os inquéritos. A Luz Pulsada e os Pulsos Elétricos, são as tecnologias menos conhecidas por parte dos inquiridos.

Comparativamente com os resultados obtidos num trabalho publicado por Brook Lyndhurst (2009), sobre a aceitação dos consumidores em relação a tecnologias emergentes de produção e conservação de alimentos a nível mundial, constatou-se que neste apeto os resultados eram semelhantes, os níveis de conhecimentos sobre estas tecnologias eram baixos.

3.3 – Opinião dos consumidores em relação aos produtos processados com estas tecnologias emergentes.

3.3.1 – Alta Pressão Hidrostática (HHP)

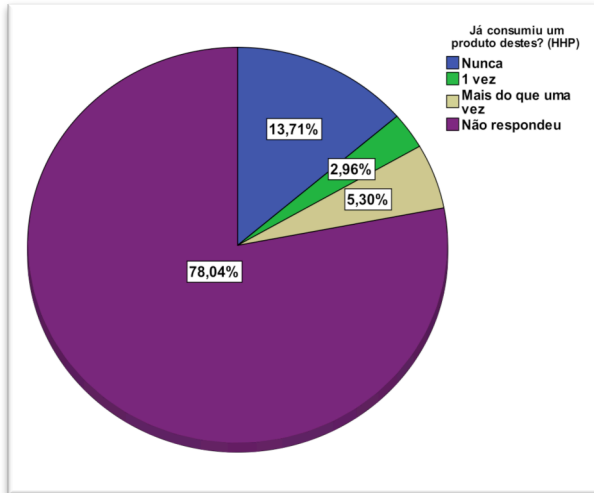


Fig. 19

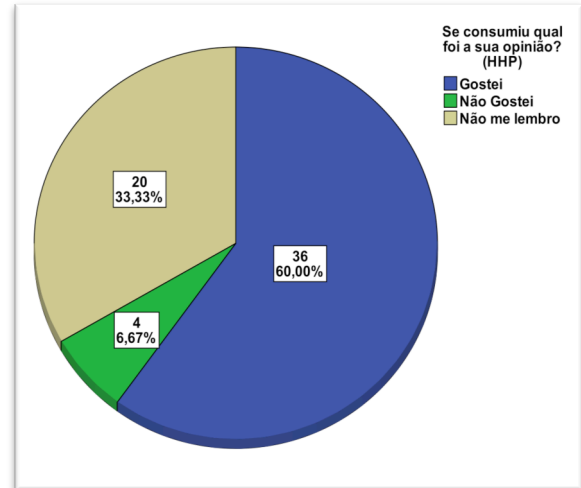


Fig. 20

Fig. 19 – Consumo do produto processado com a tecnologia HHP.

Fig. 20 – Opinião sobre o produto processado com HHP.

Verificou-se pela observação da figura 19 a maioria dos inquiridos não respondeu, uma vez que quem não conhecia o produto/tecnologia não poderia responder a esta questão.

Para os consumidores (21.96%) que conheciam o produto processado com a tecnologia HHP, a maioria nunca o experimentou (13.71%)

Pela observação da figura 20, em relação aos indivíduos que experimentaram uma ou mais vezes o produto (8.26% do total), a maioria, 36 pessoas (40% dos 8.26%) gostaram. Uma percentagem menor (20 pessoas), não têm opinião porque não se lembram das características do produto, e só 4 pessoas não gostaram.

3.3.2 – Impregnação por Vácuo (IV)

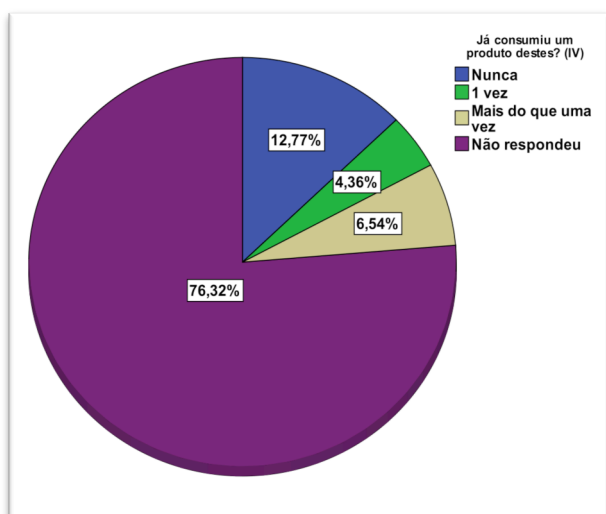


Fig. 21

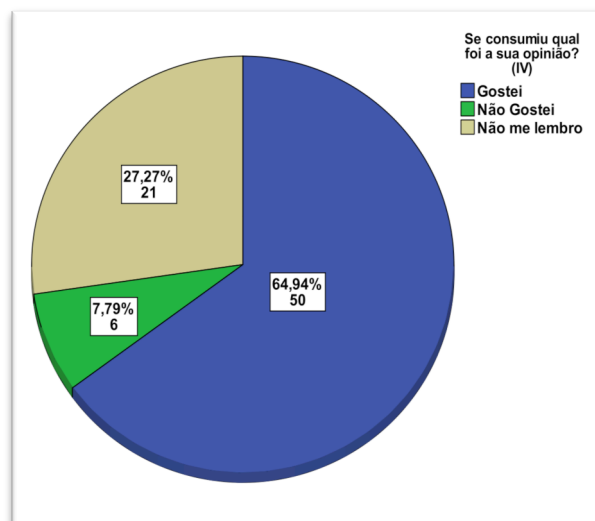


Fig. 22

Fig. 21 – Consumo do produto processado com a tecnologia IV.

Fig. 22 – Opinião sobre o produto processado com IV.

Os resultados para o produto produzido com a tecnologia de IV, analisando a figura 21 verificou-se que são muito parecidos com os da tecnologia anterior, embora se esperasse uma maior percentagem de respostas, uma vez que foi a tecnologia que os inquiridos melhor conheciam.

Verificou-se pela observação da figura 22, que das 77 pessoas que experimentaram o produto pelo menos uma vez, a opinião na maioria foi positiva, com 50 pessoas a apreciarem o produto processado com a tecnologia de impregnação por vácuo, 21 não se lembram das suas características, e só 6 pessoas não gostaram.

3.3.3 – Embalagens de Libertação Controlada (ELC).

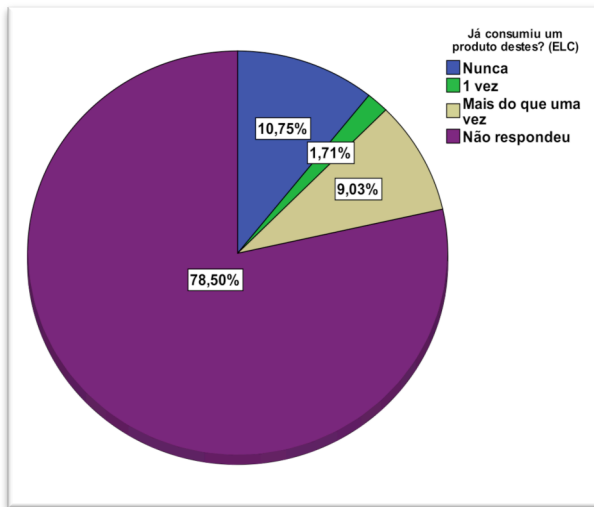


Fig. 23

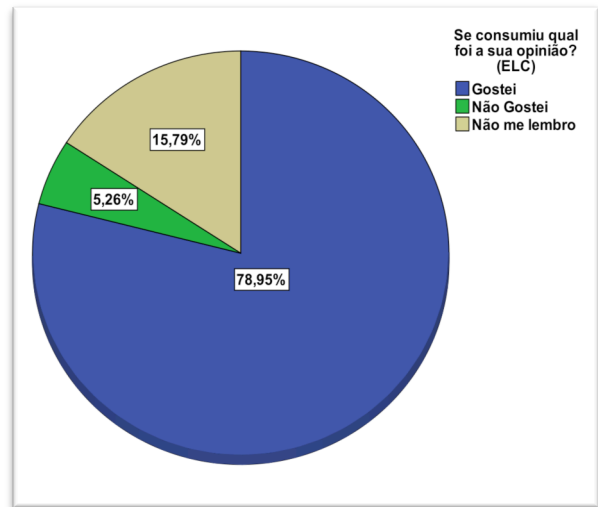


Fig. 24

Fig. 23 – Consumo do produto processado com a tecnologia ELC.

Fig. 24 – Opinião sobre o produto processado com ELC.

Pela observação da figura 23 verificou-se que para o produto processado com esta tecnologia, houve um ligeiro aumento de consumidores que já tinham experimentado o produto mais do que uma vez (9.03%).

Para o produto com Embalagem de libertação controlada, o número de apreciadores é bastante elevado (78.95% das pessoas que experimentaram), como se verificou na observação da figura 24.

3.3.4 – Luz Pulsada (LP).

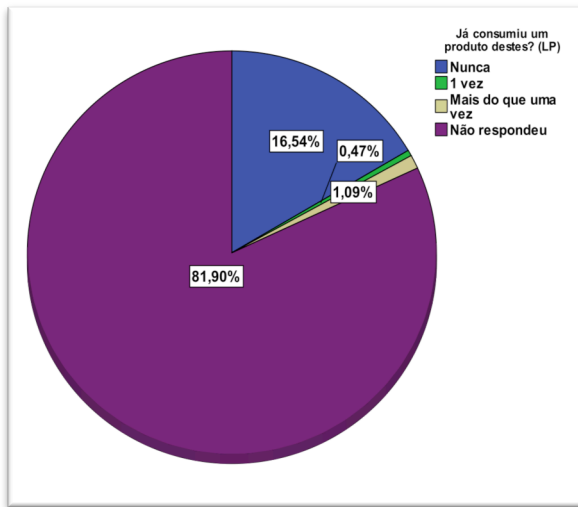


Fig. 25

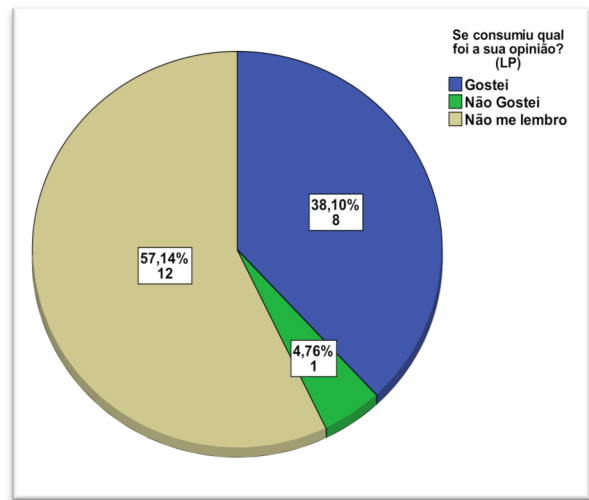


Fig.26

Fig. 25 – Consumo do produto processado com a tecnologia LP.

Fig. 26 – Opinião sobre o produto processado com LP.

Através da figura 25 verificou-se que no produto produzido com a tecnologia de luz pulsada, visto que é uma dos produtos com menor percentagem de conhecimento por parte dos consumidores, o número de inquiridos que o experimentou é muito reduzido, o que nos dá pouca informação acerca da opinião dos consumidores em relação ao produto.

Pela observação da figura 26 verificou-se que no produto processado com luz pulsada, embora fossem poucas as pessoas com opinião (9 pessoas), a grande maioria gostou.

3.3.5 – Pulsos Elétricos (PE).

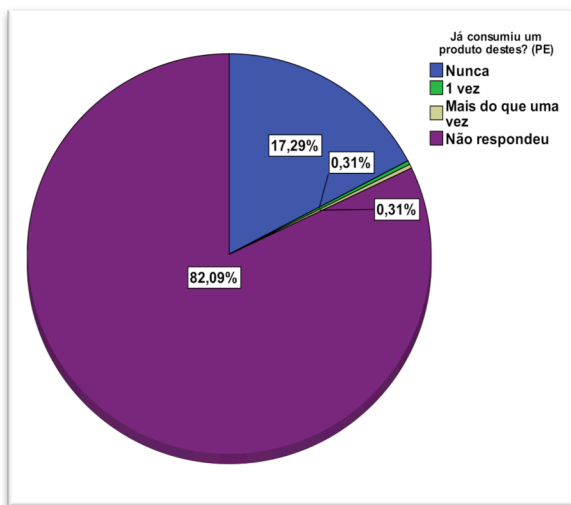


Fig. 27

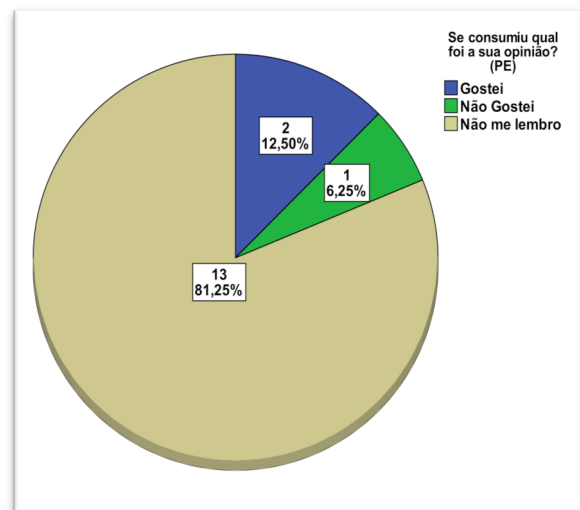


Fig. 28

Fig. 27 – Consumo do produto processado com a tecnologia PE.

Fig. 28 – Opinião sobre o produto processado com PE.

Verificou-se pela observação da figura 27 que para o produto produzido com a tecnologia por pulsos elétricos, outro dos menos conhecidos, as percentagens de respostas relevantes para a análise da opinião foram ainda mais reduzidas, com apenas 0.62 % de consumidores que experimentaram alimentos preservados com esta tecnologia.

Pela observação da figura 28 verificou-se que neste caso, o número de consumidores (3 pessoas) com opinião é demasiado pequeno para que se possa tirar conclusões.

3.3.6 – Embalagens de Atmosfera Modificada (MAP).

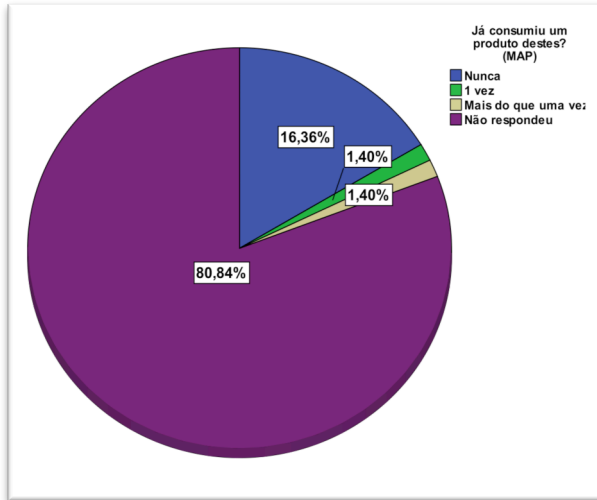


Fig. 29

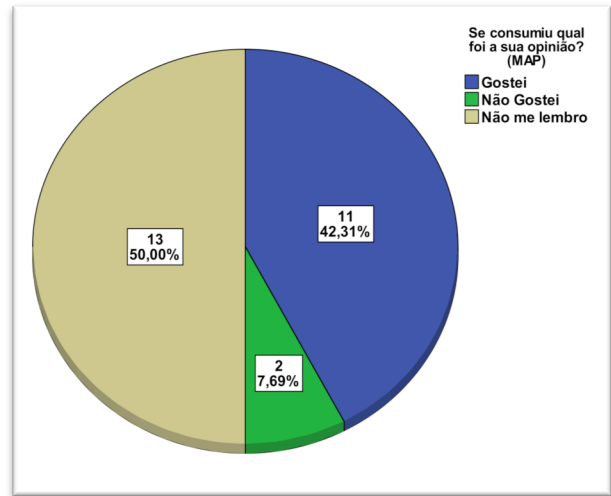


Fig.30

Fig. 29 – Consumo do produto processado com a tecnologia MAP.

Fig. 30 – Opinião sobre o produto processado com MAP.

Verificou-se pela observação da figura 29 que as Embalagens de Atmosfera Modificada, embora já sejam utilizadas há algum tempo, também não parecem muito conhecidas por parte dos consumidores, e a percentagem de indivíduos que já consumiram este tipo de produtos é muito reduzida (2.80% do total).

Nas MAP, embora o número de consumidores que experimentaram o produto seja baixo, a maioria que opinou sobre o produto gostou, como se verificou observando a figura 30.

3.3.7 – Desidratação Osmótica (DO).

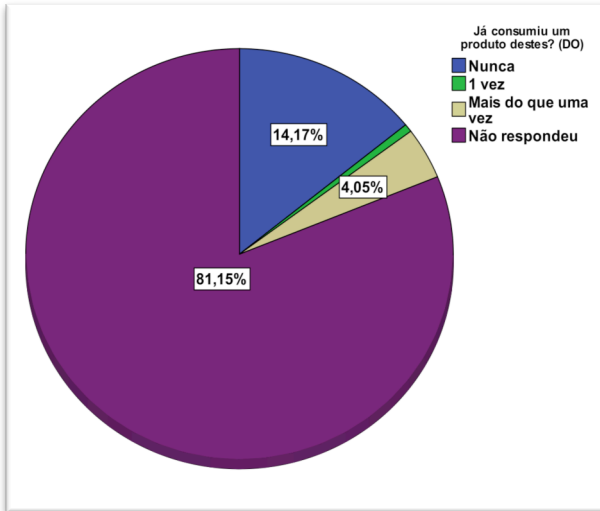


Fig. 31

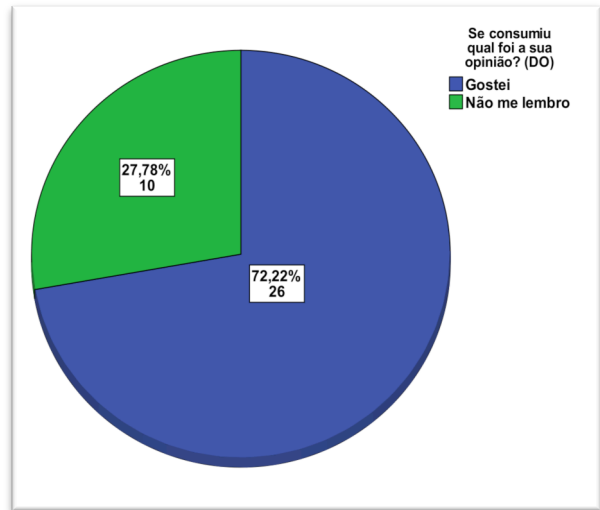


Fig. 32

Fig. 31 – Consumo do produto processado com a tecnologia DO.

Fig. 32 – Opinião sobre o produto processado com DO.

Na Desidratação Osmótica, observando a figura 31, também não houve uma percentagem muito grande de inquiridos que consumiram o produto (4.67%).

Pela observação da figura 32 verificou-se que na desidratação osmótica, não houve respostas de opinião negativa, dos que se lembram das características do produto, todos gostaram.

3.3.8 – Ultrassons.

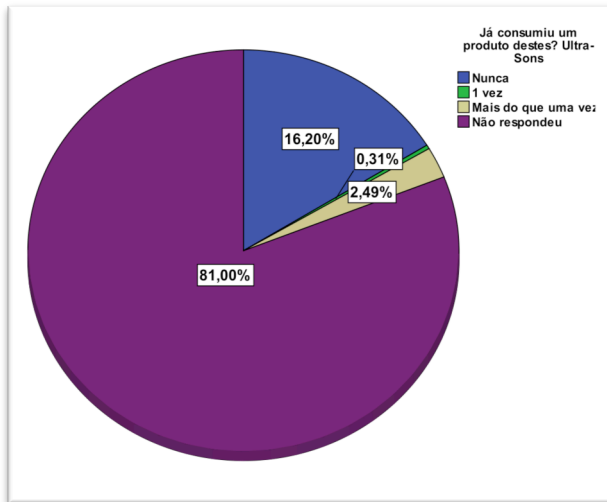


Fig. 33

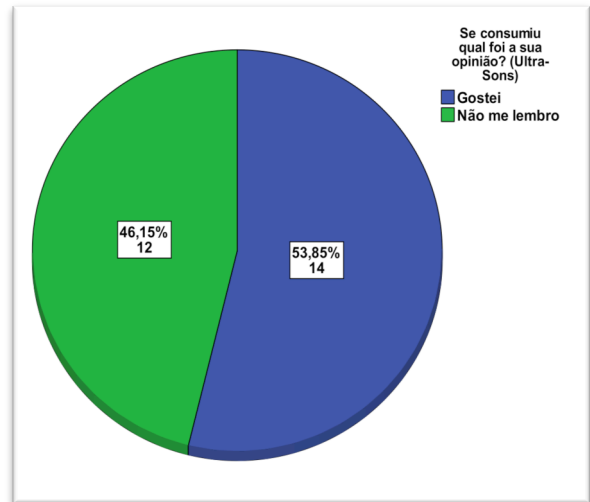


Fig. 34

Fig. 33 – Consumo do produto processado com a tecnologia Ultrassons.

Fig. 34 – Opinião sobre o produto processado com Ultrassons.

Para a tecnologia de ultrassons, observando a figura 33, não houve uma percentagem muito grande (2,80 %) de inquiridos que consumiram o produto.

Também para esta tecnologia, não houve respostas de opinião negativa, dos poucos indivíduos que consumiram o produto, todos gostaram, como se verificou através da observação da figura 34.

2.3.9 – Ultravioleta.

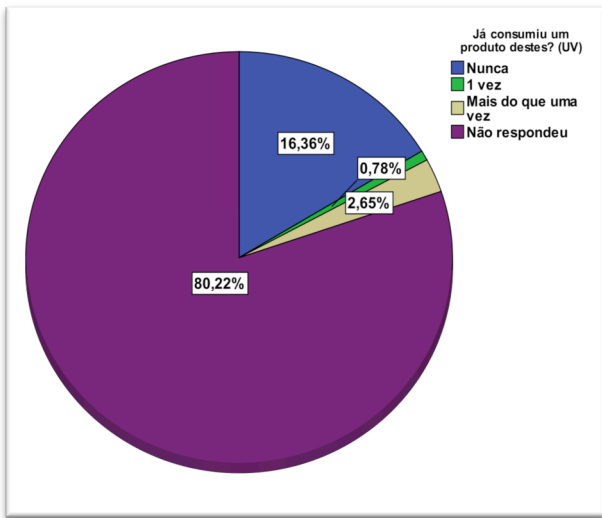


Fig. 35

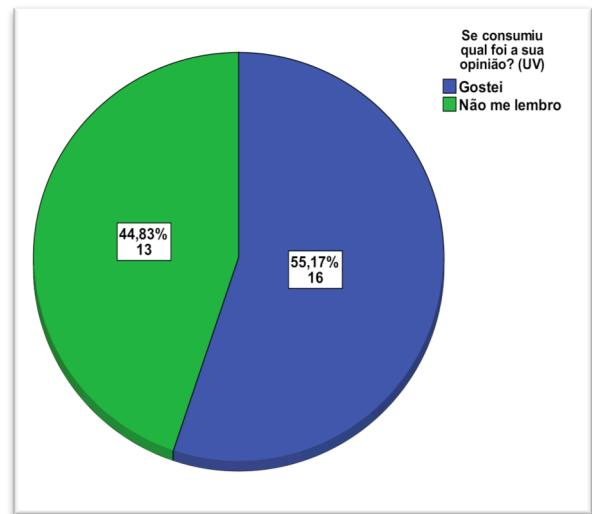


Fig. 36

Fig. 35 – Consumo do produto processado com a tecnologia UV.

Fig. 36 – Opinião sobre o produto processado com Ultravioleta.

Através da figura 35 verificou-se que, no caso do produto processado com a tecnologia UV, os resultados foram semelhantes aos das tecnologias anteriores, com baixa percentagem de indivíduos que o consumiram.

Observando a figura 36 verificou-se que das poucas pessoas que consumiram este produto todas gostaram, há exceção dos que não se lembram das suas características.

3.4 – Tipos de problemas relacionados com a aceitação dos produtos que envolvem estas tecnologias.

3.4.1 – HHP.

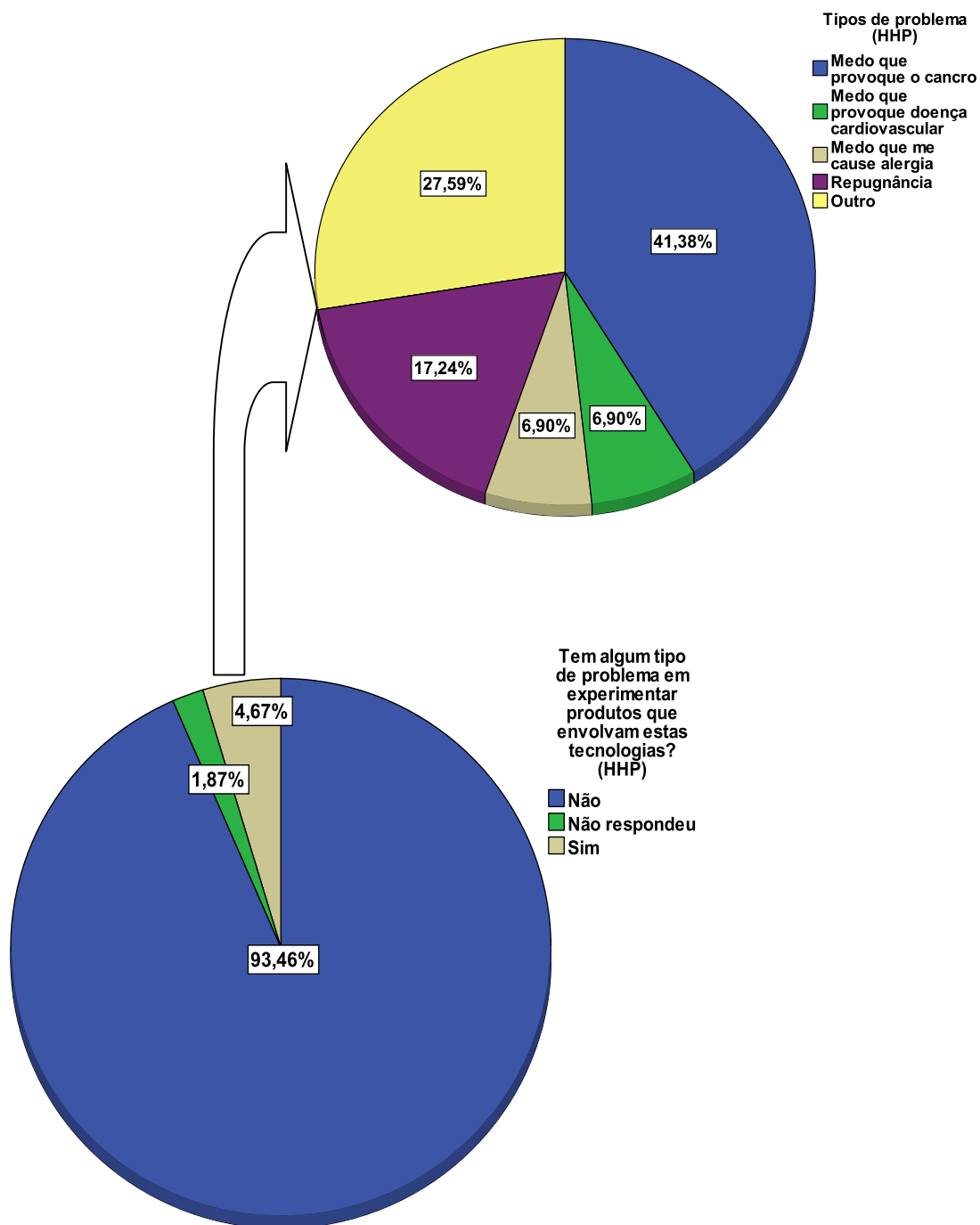


Fig. 37 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de HHP.

Pela observação da figura 37 verificou-se que a tecnologia de alta pressão hidrostática envolvida no processamento de alimentos, não demonstra ser um processo preocupante no ponto de vista do consumidor português, uma vez que 93.46% dos inquiridos não tem qualquer tipo de problema em experimentar esses produtos.

Para os 4.67% dos indivíduos que se mostram avessos a esta nova tecnologia, o fator mais preocupante é o medo que provoque o cancro (41.38%), seguido de outro tipo de problema não mencionado (27.59%) e repugnância (17.24%).

Uma minoria mencionou também o medo que provoque doenças cardiovasculares (6.9%) e medo que cause alergia (6.9%) como fatores preocupantes na escolha deste tipo de produtos.

De um modo geral, os produtos processados com esta tecnologia parecem ter uma aceitação favorável por parte do consumidor português.

3.4.2 – IV.

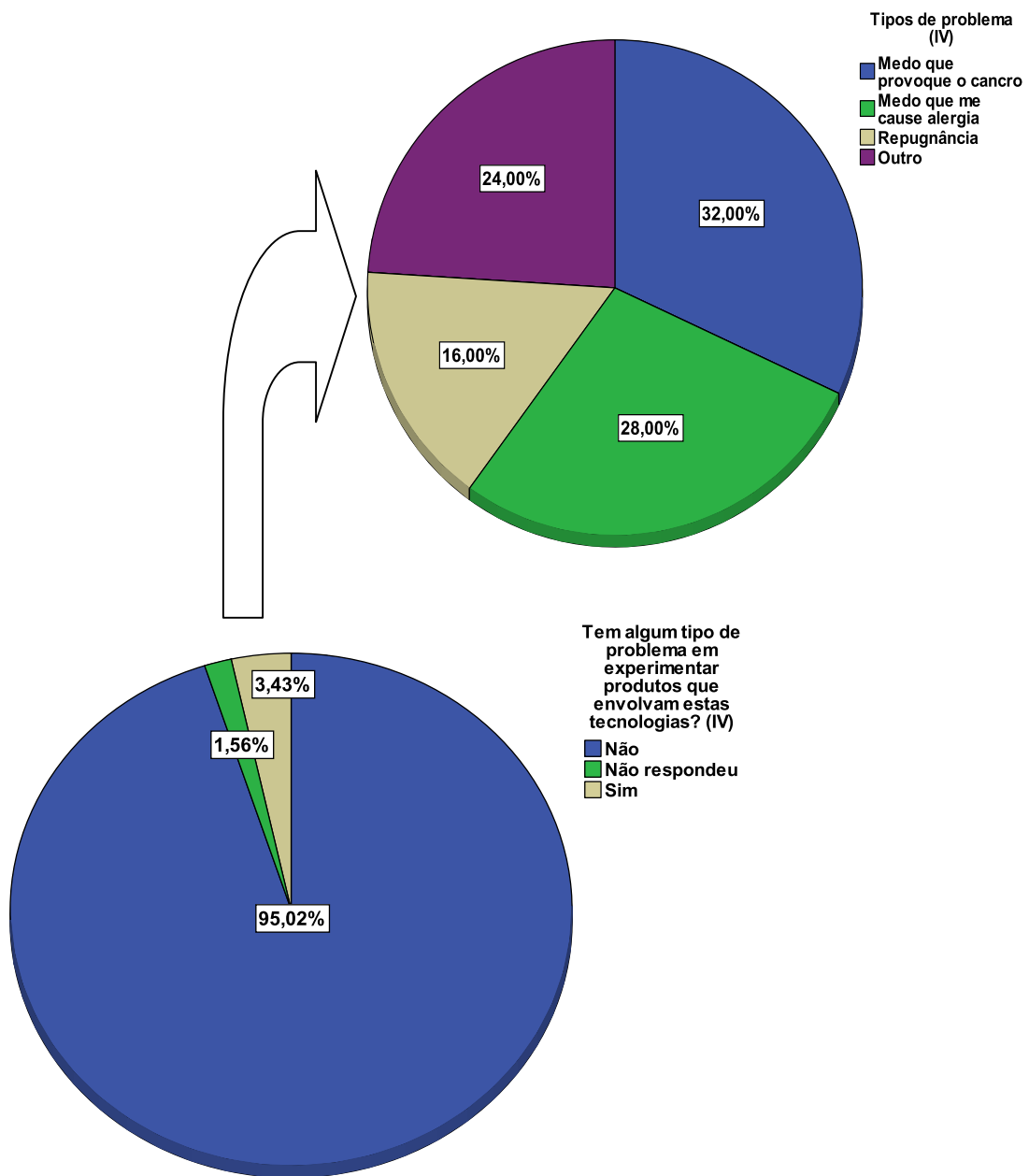


Fig. 38 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de IV.

Para a tecnologia de IV, verificou-se pela observação da figura 38, os resultados são semelhantes aos da tecnologia anterior, mostrando uma alta percentagem de aceitação dos produtos (95.02%).

No caso dos indivíduos que mostram receio de experimentar, o fator que mais influência é o medo que provoque o cancro (32%), seguido do medo que cause alergia (28%), outro tipo de problema (24%), e repugnância (16%).

3.4.3 – ELC.

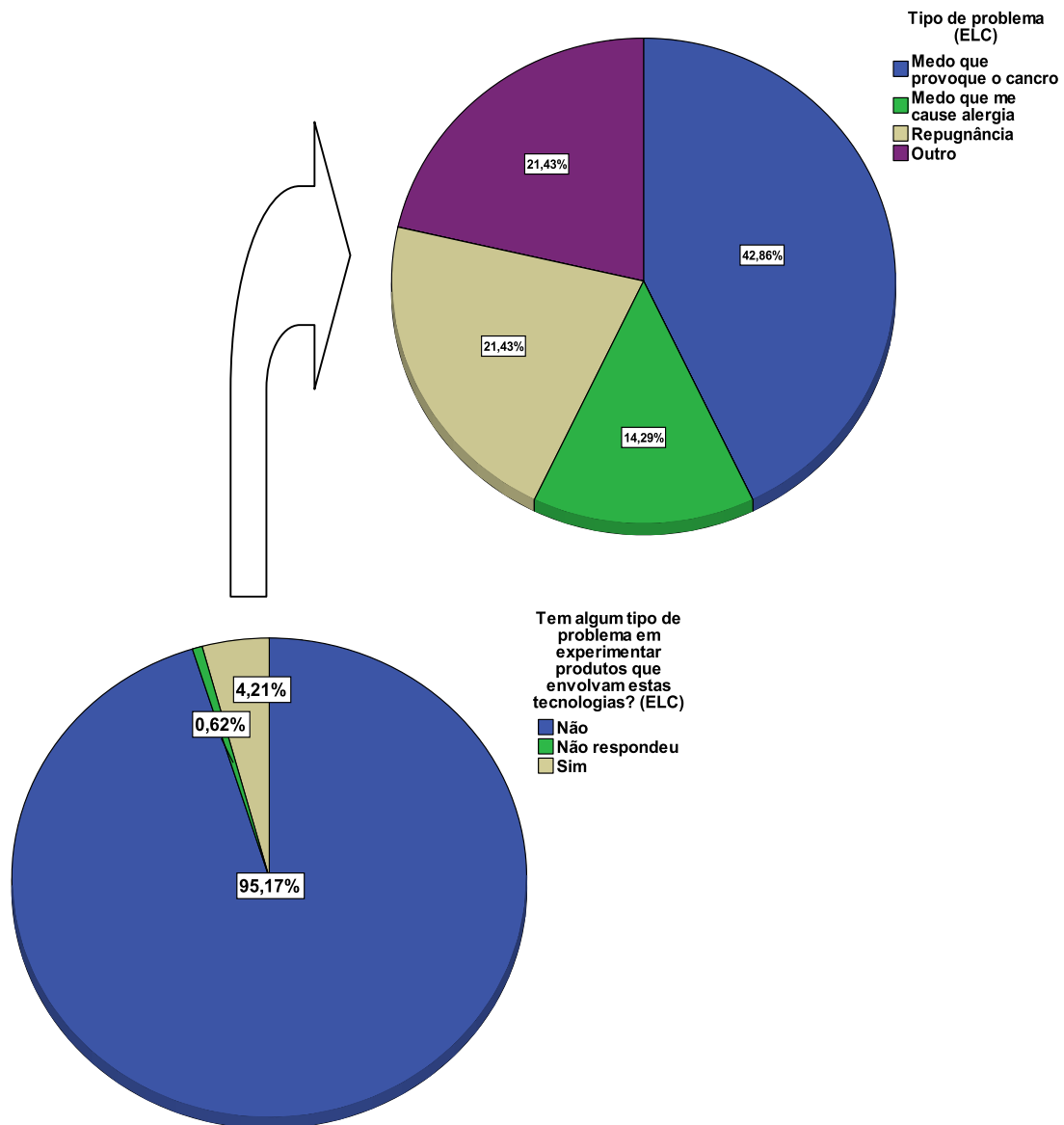


Fig. 39 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de ELC.

Verificou-se pela observação da figura 39, para a tecnologia de ELC, os resultados também foram semelhantes aos das tecnologias anteriores, com 95.17% dos inquiridos a não terem qualquer tipo de problema em experimentar este tipo de produtos.

Os fatores preocupantes para quem tem problemas em consumir estes produtos foram, o medo que provoque o cancro (42.86%), repugnância e outro (21.43%), e medo que cause alergia (14.29%).

3.4.4 – LP.

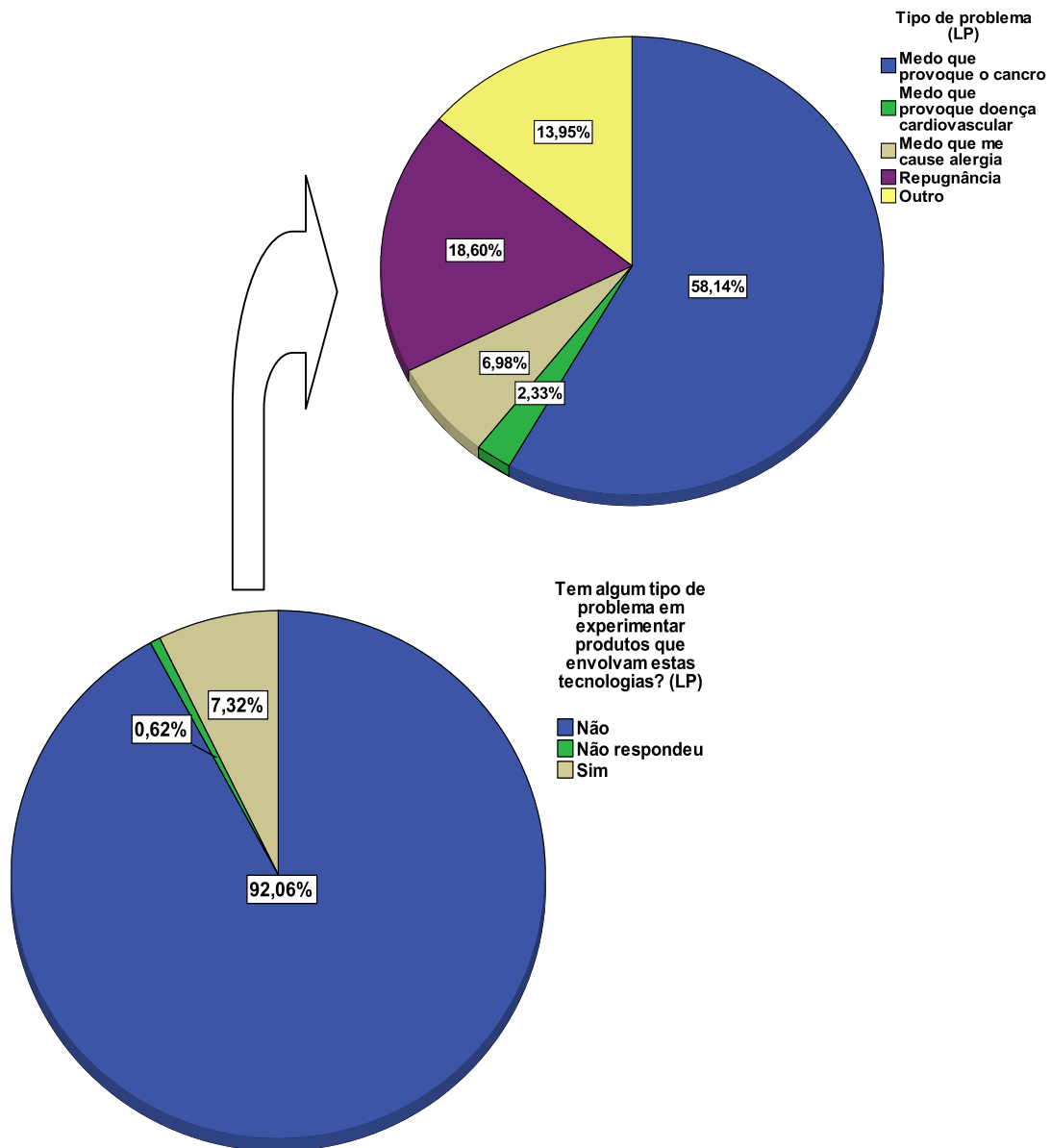


Fig. 40 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de LP.

Observando a figura 40 verificou-se que na tecnologia de luz pulsada houve um ligeiro aumento da percentagem de consumidores avessos a experimentar este tipo de produto (7.32%) em relação às tecnologias anteriores, mas a grande maioria não apresenta nenhum tipo de problema (92.06%).

O medo que provoque o cancro continua a ser o fator com mais peso na decisão dos consumidores avessos (58.14%), seguido de repugnância

(18.60%), outro (13.95%), medo que case alergia (6.98%) e medo que provoque doença cardiovascular (2.33%).

3.4.5 – PE.

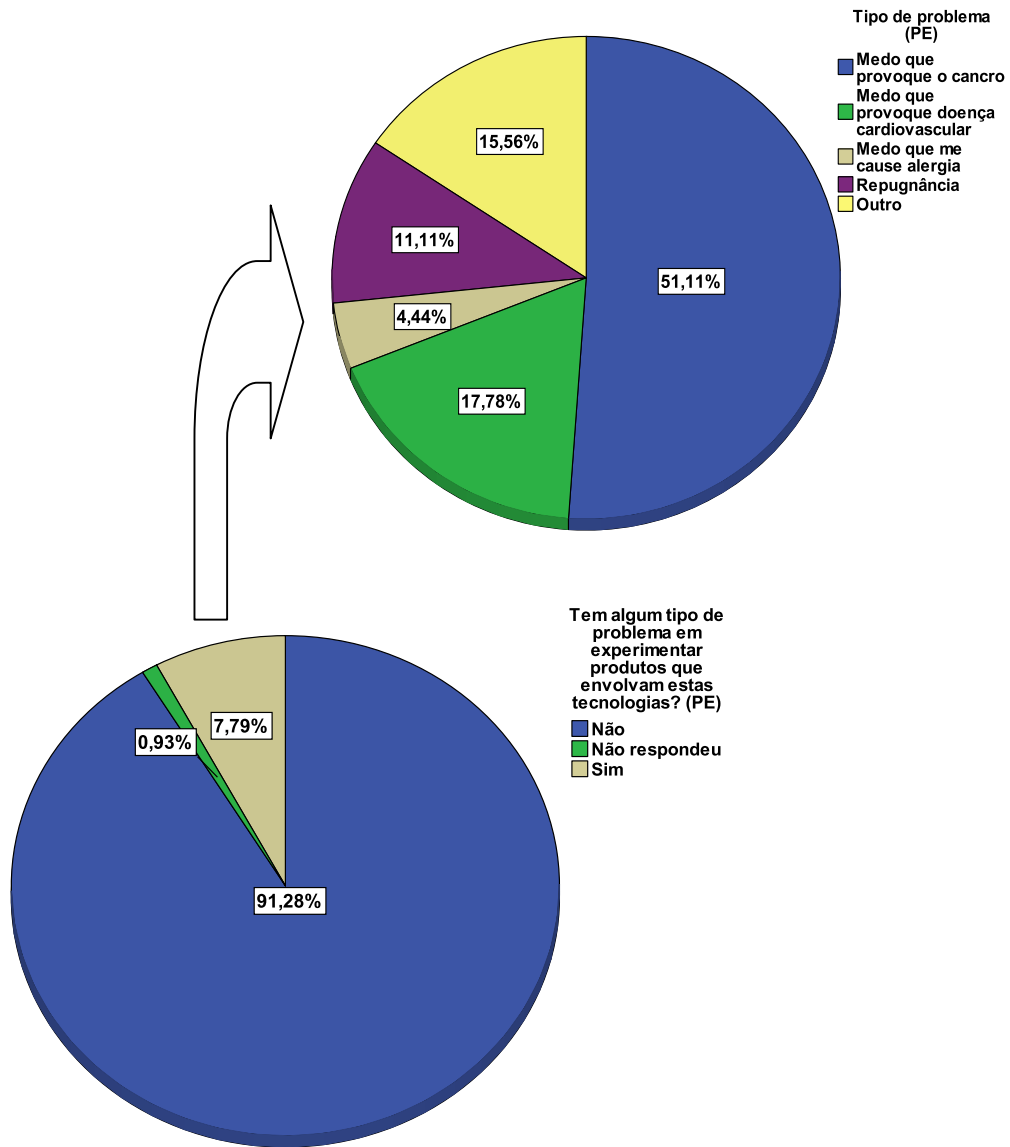


Fig. 41 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de PE.

Na tecnologia de pulsos elétricos, os resultados foram bastante semelhantes aos da tecnologia de luz pulsada, como se pode verificar pela figura 41, à exceção do aumento da percentagem do fator medo que provoque

doenças cardiovasculares (17.78%), o que significa que alguns consumidores associam esta tecnologia a futuros problemas de coração.

3.4.6 – MAP.

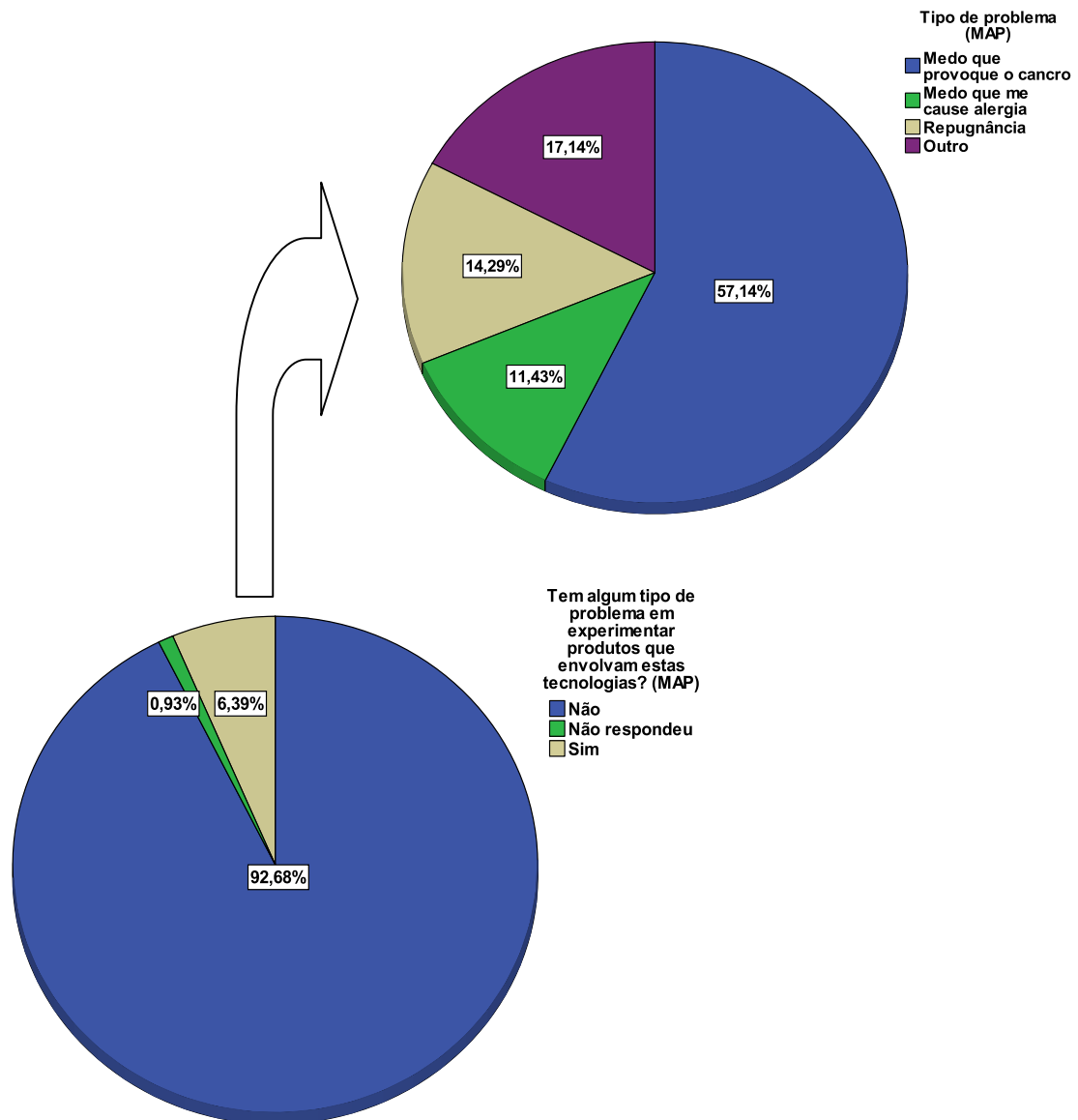


Fig. 42 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de MAP.

Pela observação da figura 42 verificou-se que para a tecnologia de embalagens de atmosfera modificada, os resultados não fogem muito dos padrões das outras tecnologias mencionadas anteriormente, nota-se que o

medo que provoque o cancro continua a ser o fator com maior peso na decisão dos consumidores em experimentar novos produtos.

3.4.7 – DO.

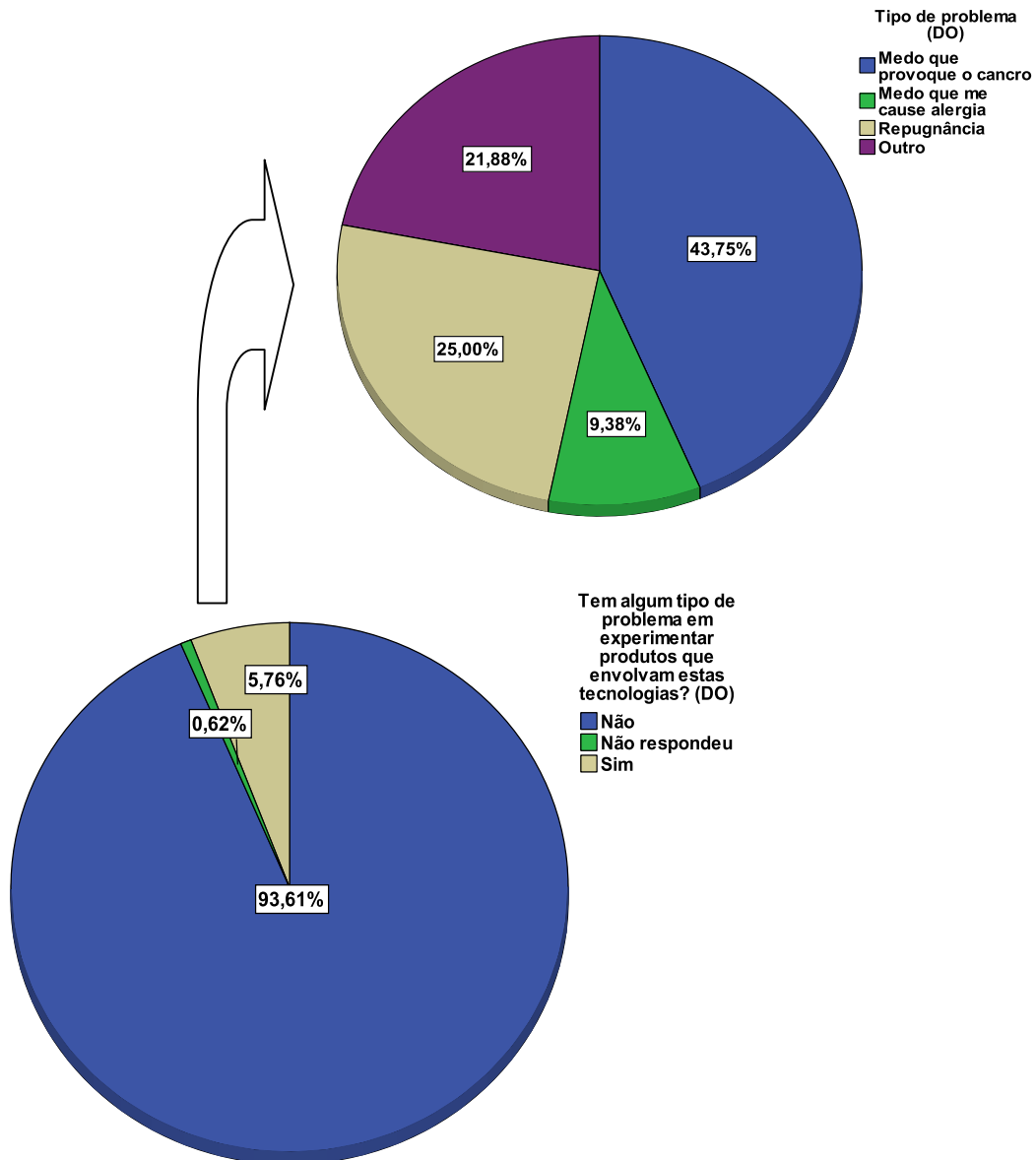


Fig. 43 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de DO.

Verificou-se pela observação da figura 43 que na desidratação osmótica, embora o medo que provoque cancro continue a ser o fator mais

decisivo, nota-se que esta tecnologia provoca alguma repugnância aos consumidores avessos em experimentar este tipo de produto, sendo este o segundo fator mais preocupante (25%).

3.4.8 – Ultrassons.

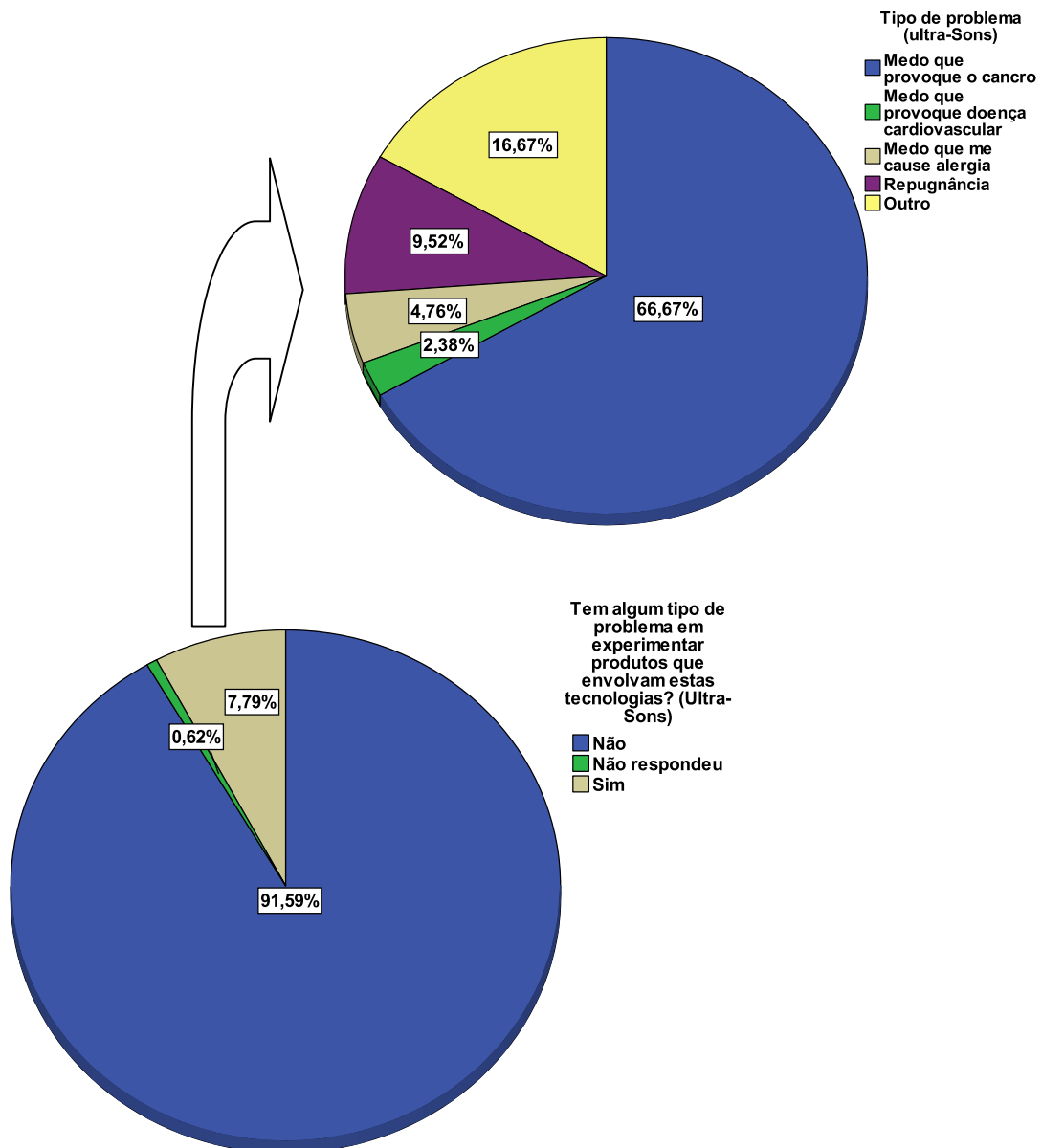


Fig. 44 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de Ultrassons.

Observando a figura 44 verificou-se que na tecnologia de ultrassons a percentagem de consumidores avessos a experimentarem esses produtos

rondou os 8 %, com o fator medo que provoque o cancro a apresentar um valor elevado (66.67%).

3.4.9 – Ultravioleta.

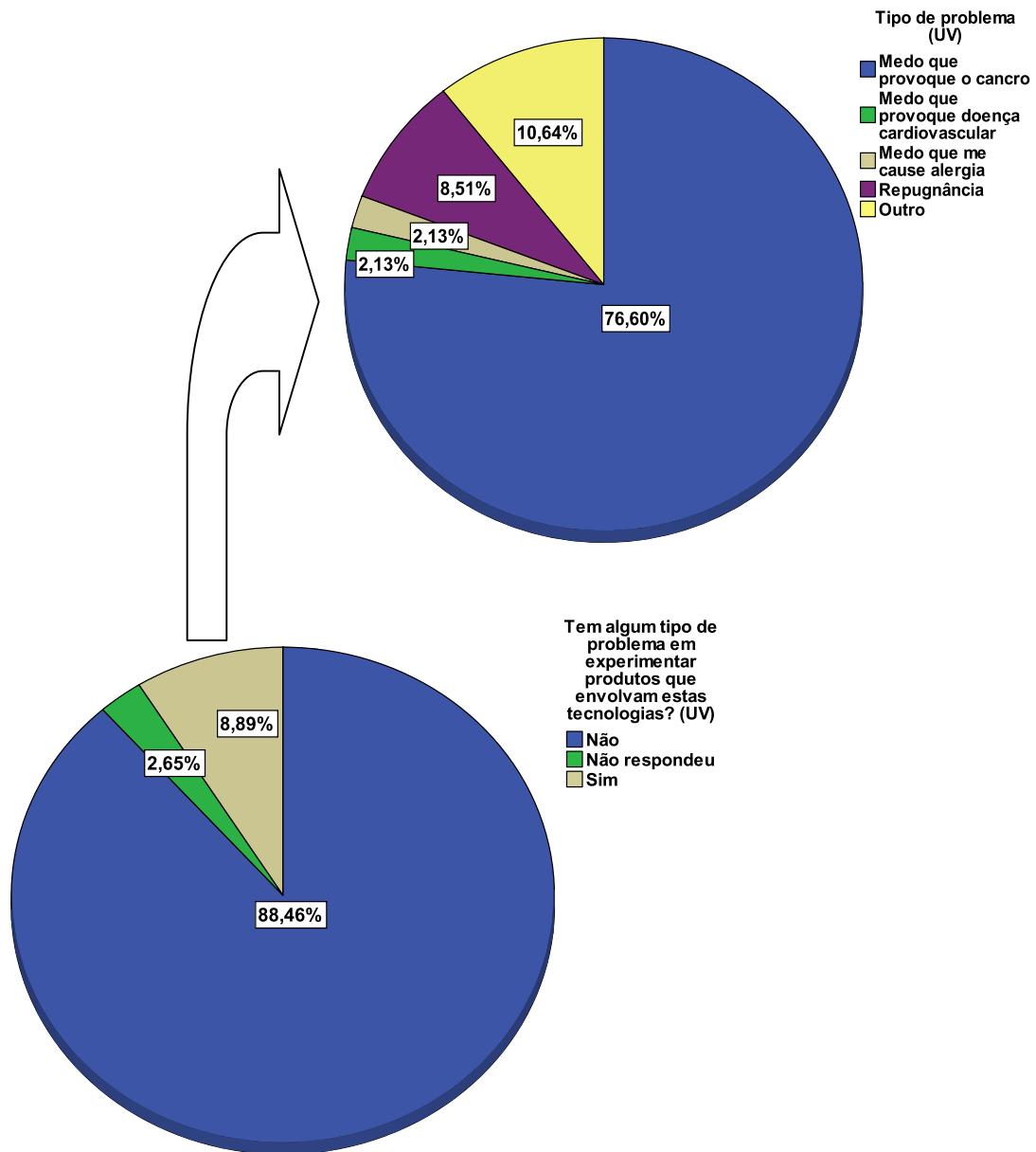


Fig. 45 – Tipos de problemas encontrados no consumo de produtos processados com a tecnologia de Ultravioleta.

Verificou-se observando a figura 45, a tecnologia de UV foi a que apresentou maior número de indivíduos avessos a experimentar esses

produtos (8.89%), e também a maior percentagem do fator medo que provoque o cancro (76.60%). Este resultado pode dever-se à associação que as pessoas fazem em relação ao cancro de pele provocado por estas radiações, segundo Visschers *et al.*(2007), estudos recentes têm demonstrado que as pessoas utilizam as informações que possuem acerca de perigos conhecidos para avaliar novos perigos, a avaliação de uma nova tecnologia depende de conceitos e imagens que estão relacionados com a tecnologia em questão.

Numa apreciação global, os produtos processados utilizando a tecnologia de impregnação a vácuo, foram os que tiveram maior aceitação por parte dos inquiridos. Esta tecnologia apresentou a menor percentagem de consumidores com problemas em experimentar esses produtos (3.43%).

Os produtos processados com radiação ultravioleta foram os que apresentaram maior desconfiança por parte do consumidor português, apresentando a maior percentagem (8.89%) de indivíduos que não mostram interesse em experimentar este tipo de produtos. É também para a tecnologia UV que o fator medo que provoque o cancro é mais relevante.

A desidratação osmótica é a tecnologia que causa maior repugnância aos consumidores (25%), e a de pulsos elétricos é a que está mais associada ao medo que provoque doenças cardiovasculares (17.78%).

3.5 – Opinião dos consumidores em relação às informações contidas nos rótulos dos produtos processados com as tecnologias mencionadas.

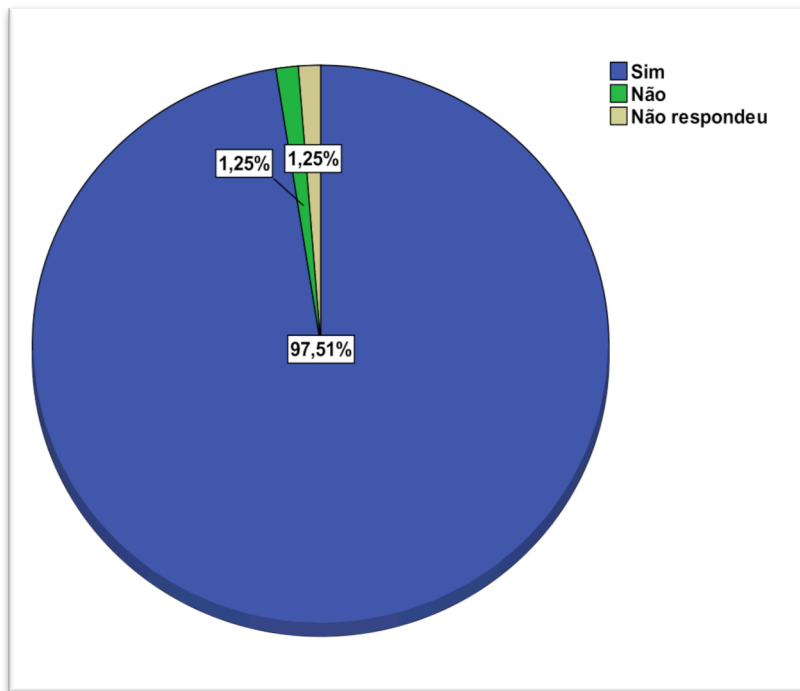


Fig. 46 – Opinião acerca da informação contida nos rótulos dos produtos.

Pela observação da figura 46, em relação à questão presente no inquérito “gostaria de ver no rótulo um aviso do tipo “este produto foi produzido com a tecnologia X” (sendo X qualquer uma das tecnologias mencionadas)?”, verificou-se que as respostas foram unânimes, com 97.51% dos inquiridos a responderem afirmativamente, os consumidores querem estar informados dos produtos que compram, embora muitas empresas tenham receio que a informação sobre novas tecnologias possa afetar negativamente as vendas dos produtos.

3.6 – Relação entre a informação do produto e a aceitação do mesmo.

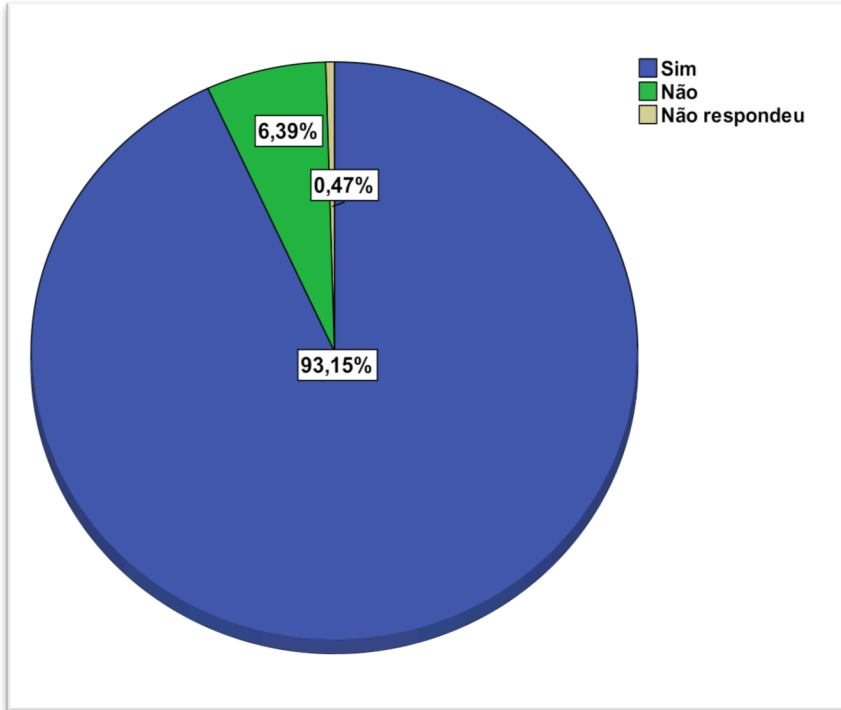


Fig. 47 – Informação versus aceitação.

Pela observação da figura 47, para a pergunta “considera que, existindo mais informação este tipo de produto teria maior aceitação?”, verificou-se que 93.15% dos consumidores portugueses acham que sim, uma vez que a informação existente é muito pouca.

3.7 – Gostaria de ver um pequeno texto ou folheto explicativo sobre a tecnologia aplicada junto ao produto?

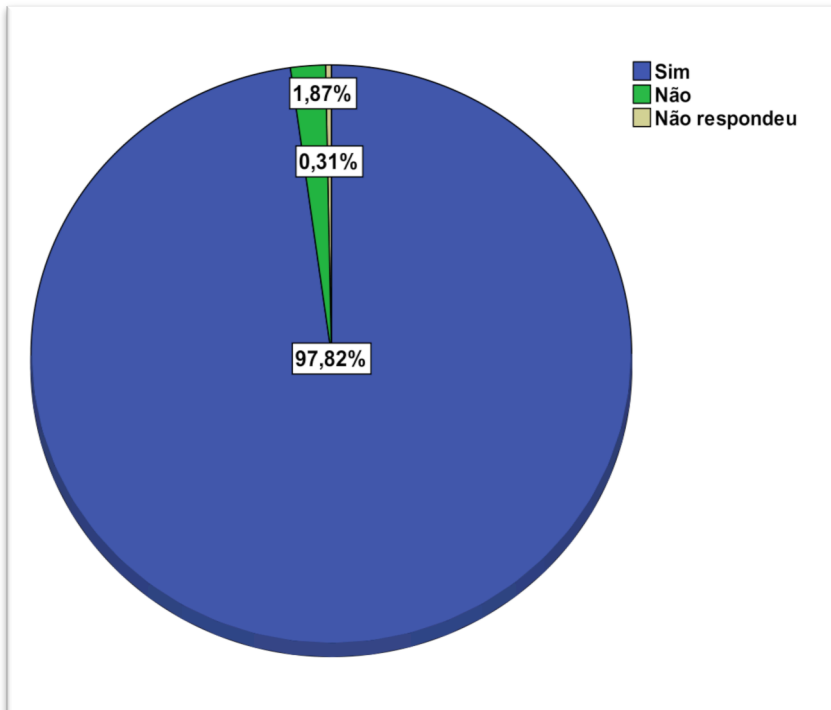


Fig. 48 – Opinião sobre a necessidade da existência de informação sobre a tecnologia aplicada junto ao produto.

Para esta questão, observando a figura 48, mais uma vez a grande maioria (97.82%) dos consumidores portugueses gostaria de ver a informação sobre a tecnologia aplicada junto ao produto.

Os restantes 1.87%, provavelmente preferem não saber o que estão a consumir.

3.8 – Acredita que a ciência pode melhorar a indústria alimentar.

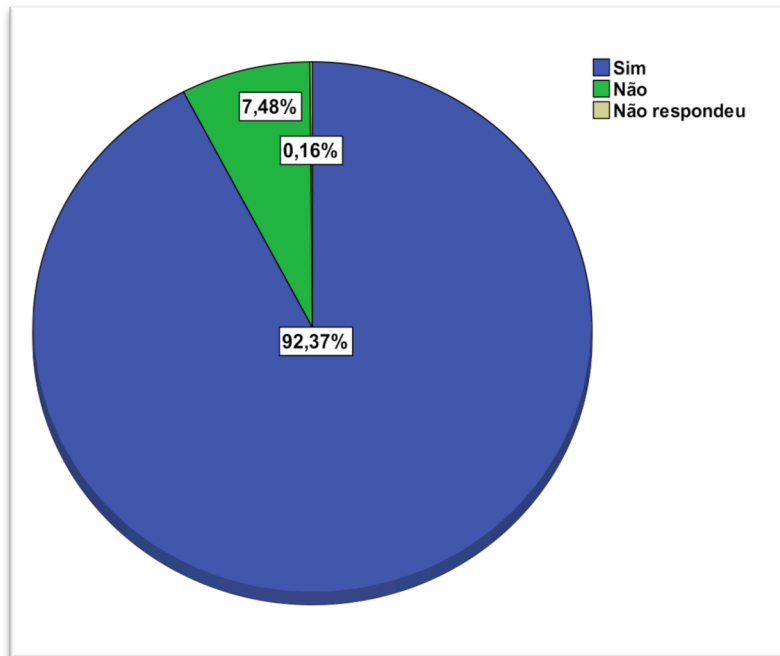


Fig. 49 – Relação entre a ciência e as melhorias na indústria alimentar.

Verificou-se observando a figura 49, a maioria dos consumidores portugueses que responderam ao questionário (92.37%), concorda que a indústria alimentar pode ser melhorada com a aplicação da ciência.

3.9 – Quais dos processos emergentes mencionados não inspiram total confiança aos consumidores.

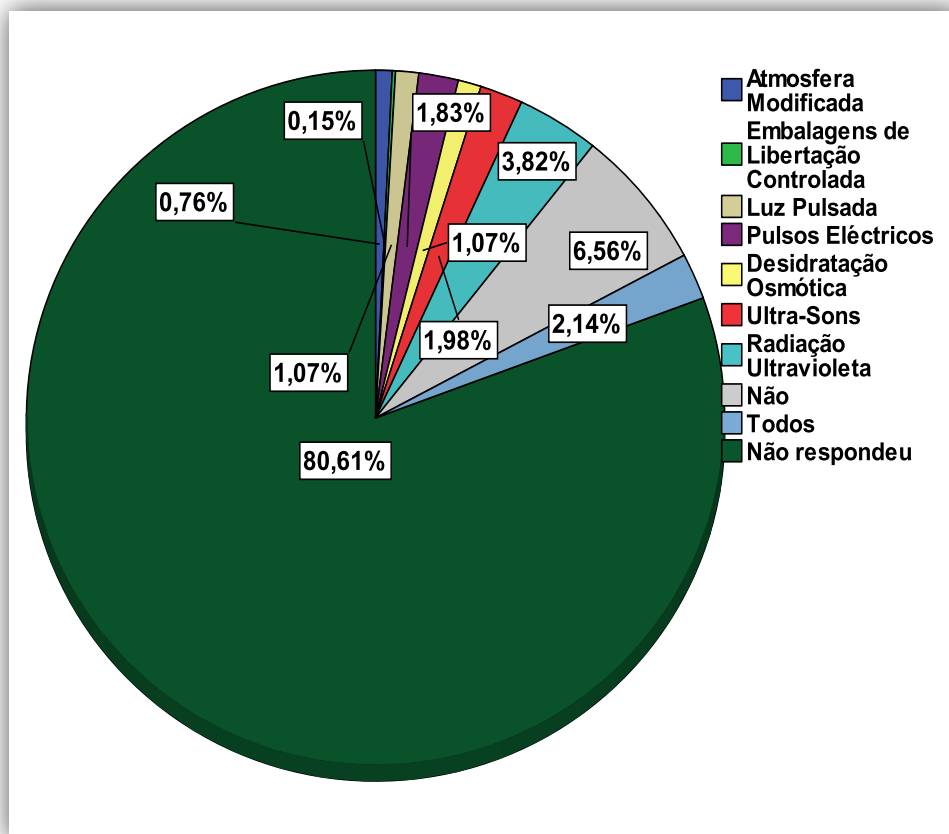


Fig. 50 – Quais as tecnologias que menos confiança inspiram aos consumidores portugueses.

Verificou-se observando a figura 50, para a questão “ Dos exemplos de processos emergentes mencionados anteriormente, existe algum que não lhe inspire total confiança? Qual?”, observa-se que a grande maioria dos inquiridos não respondeu a esta questão (80, 61%), para esses inquiridos assume-se que não há nenhum processo que não lhes inspire total confiança, e que se pode somar à percentagem daqueles que responderam que não há nenhum processo que não lhes inspire confiança (6,56%), dando um total de 87.17% de consumidores que confiam nestas tecnologias.

Estes resultados demonstraram que os consumidores portugueses não têm conhecimento destas novas tecnologias, o que os leva a confiarem na

indústria e nos produtos emergentes. Segundo Earl e Cvetkovich, (1995), uma das maneiras que as pessoas têm em lidar com a falta de conhecimento é confiarem, de forma a reduzirem a complexidade das suas decisões.

De entre os processos que menos confiança inspiram aos consumidores, a radiação ultravioleta é a que tem a percentagem mais elevada com 3.80%, seguindo-se os ultrassons com 1.98% e os pulsos elétricos com 1.83%.

4 - Conclusões gerais.

A realização deste projeto teve como objetivo elaborar um estudo sobre aceitação por parte dos consumidores portugueses em relação a produtos processados com as tecnologias emergentes mencionadas. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica de forma a recolher informações sobre essas tecnologias, e um inquérito sobre as mesmas dirigido ao consumidor final, que englobou 642 indivíduos de ambos os sexos, com origem, idades, habilitações e rendimentos diferentes.

Os resultados deste estudo demonstram que em Portugal há uma grande falta de informação acerca destas tecnologias e que a maioria dos inquiridos pensa que existindo mais informação, estes novos produtos poderiam ter uma maior aceitação.

Porém os resultados também mostram que os portugueses confiam na indústria alimentar, uma vez que a maior percentagem de inquiridos não têm problemas em experimentar novos produtos, fator que poderá estar relacionado com a falta de conhecimento sobre os riscos ou benefícios associados a novas tecnologias, a confiança na indústria é um fator crucial na aceitação de novos produtos.

A nível de preocupação em relação às diferentes tecnologias de processamentos/preservação de alimentos que foram analisadas, os resultados mostram que a percentagem de indivíduos que demonstram um certo grau de preocupação é baixa para todas as tecnologias.

O medo que estas tecnologias provoquem o cancro, é o fator mais relevante na opinião dos inquiridos que se mostram preocupados.

A radiação UV é a tecnologia que mais preocupa os portugueses, com 8.89% do total de inquiridos a se oporem a esta tecnologia, e 76,6 % desses opositores a associarem os produtos processados com radiação ultravioleta a doenças cancerígenas.

Ultrassons, pulsos elétrico, luz pulsada e embalagens de atmosfera modificada, também se encontram entre as tecnologias mais preocupantes.

Entre as tecnologias que apresentam menor preocupação encontram-se a impregnação a vácuo, as embalagens de libertação controlada, e a alta pressão hidrostática.

Concluiu-se também que em relação aos medos associados a estas novas tecnologias (anexo 3), de uma forma geral, são as pessoas com idade superior a 45 anos residentes no meio urbano demonstram mais medo dos produtos produzidos por novas tecnologias, este fato pode dever-se à perspectiva que as pessoas mais velhas têm em relação a novas tecnologias, normalmente são mais conservadoras e por isso receiam a inovação, mesmo as do meio urbano, comparativamente com os jovens que estão mais informados sobre os benefícios que estas poderão trazer.

As pessoas com menos habilitações (ensino primário e 9º ano), também mostraram mais receios do que aqueles que possuem maior grau académico, este fato pode estar relacionado com o tipo de informação que cada indivíduo possui.

A realização deste trabalho, poderá sensibilizar algumas empresas produtoras, para a necessidade de informar o consumidor sobre estas novas tecnologias de produção, vantagens e benefícios de forma a divulgá-las e que estas sejam vistas como uma evolução no desenvolvimento da indústria alimentar e não como um potencial risco para a saúde pública.

5 – Recomendações para trabalhos futuros.

A realização deste trabalho permitiu concluir que em Portugal estas novas tecnologias poderão ser bem aceites por parte do consumidor, mas a informação existente é muito pouca ou nenhuma. Existem indivíduos que associam novas tecnologias a riscos para a saúde, a produtos repugnantes, entre outros fatores, desconhecendo por completo as suas vantagens e benefícios.

A divulgação destas tecnologias, assim como as suas vantagens é essencial para o sucesso das mesma.

Sugere-se que na continuidade deste trabalho se desenvolva um ação de sensibilização às empresas que utilizam novas tecnologias de processamento, para que estas informem o consumidor acerca das tecnologias utilizadas nos seus produtos e principalmente as suas vantagens e benefícios.

Outra sugestão seria a realização de um estudo estatístico, através da análise sensorial de um produto produzido com tecnologia tradicional versus o mesmo produto produzido com uma tecnologia emergente. Para além da informação que este estudo proporcionaria a nível de aceitação dos novos produtos, contribuiria também para a divulgação destas novas tecnologias.

Referencias Bibliográficas

Aguiar, A.M.S., Novello, D., Mendes, G.M.P., Cristianinni, M. 2002. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na descontaminação de águas com turbidez e cor moderadas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 7 (1, 2), 38-47.

Amami, E., Khezami, L., Vorobiev, E., Kechaou. 2008. N. Effect of Pulsed Electric Field and Osmotic Dehydration Pretreatment on the Convective Drying of Carrot Tissue. *Drying Technology*, 26, (2), 231 - 238.

Andrés, A., Fito, P. & Chiralt, A. 1995. Impregnacion a Vacío em Alimentos Porosos. Aplicacion al Salado de quesos. Universidad Politécnica de Valência, 187.

Alakali, J.S., Ariahu, C.C., Nkpa, N.N. 2006. Kinetics of Osmotic Dehydration of Mango. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30, (5), 597- 607.

Azeredo, H.M.C. 2004. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza. *Embrapa Agroindústria Tropical*, 195.

Azerêdo, G., Oliveira, F.L.N., Faro, Z.P. 2008. Pulsos Elétricos na preservação de Alimentos: Fatores Críticos Na inativação Microbiana e Efeitos Sobre os Constituintes Alimentares, B.Ceppa, Curitiba, 26, (2), 171 - 178.

Baker, R.W. 1987. Controlled Release of Biologically Active Agents. John Wiley & Sons, 279.

Ball, D.W. 2007. The electromagnetic spectrum: a history. *Spectroscopy*, 3, (22), 14-17.

Barbosa-Cánovas, G.V., Pothakamury, U.R., Palou, E., Swanson, B.G. 1998. Nonthermal presentation of foods, Editora Board, 276.

Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., Robinson, R. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, (6), 637– 645.

Bolin, H., Huxsoll, C. 1993. Partial drying of cut pears to improve freeze-thaw texture. *Journal of Food Science*, 58, 357- 360.

Boucher, R.M.G. 1980. US Patente, 4, 211, 744.

Brody, A.L. 2005. Active packaging becomes more active. *Food Technology*, 59, (12), 82-84.

- Buonocore, G.G., Conte, A., Corbo, M.R., Sinigaglia, M., Del Nobile, M.A. 2005. Mono and multilayer active films containing Lysozyme as antimicrobial agent. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, (4), 459 – 464.
- Cabaj, A., Sommer, R. 2000. Measurements of ultraviolet radiation with biological dosimeters. *Radiation Protection Dosimetry*, 91, (1 – 3), 139 – 142.
- Campos, F.P. 2003. Utilização da Tecnologia de Alta Pressão no Processamento de alimentos. *Brasilian Journal of Food Technology*, 6, (2), 351- 357.
- Cárcel, J.A., García-Perez, J.V., Benedito, J., Mulet, A. 2012. Food Process innovation through new Technologies: Use of ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 110, (2), 200-207.
- Koutchma, T., Forney, L.J., Moraru, C.I. 2009. Ultraviolet Light in Food Technology - Principles and Applications, CRC Press, 235 - 265.
- Chen, S., Lin, C.A., Fu, A.H., Chuo, Y. 2003. Inhibition of microbial growth in ready-to-eat food stored at ambient temperature by modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, 16, 239 - 247.
- Chiralt, A. Fito, P., Barat, J.M., Andrés, A., González-Martínez, C. Escriche, I., Camacho, M.M. 2001. Use of Vacuum Impregnation in Food Salting Process. *Journal of Food Engineering*, 49, 141-151.
- Chiralt, A. Fito, P. 2003. Transport Mechanisms in Osmotic Dehydration: The Role of the Structure. *Food Science and Technology International*, 9, 179 - 186.
- Chung D.H., Papadakis S.E., Yam K.L. 2001. Release of propyl paraben from a polymer coating into water and food simulating solvents for antimicrobial packaging applications. *Journal of Food Process Preservation*, 25, 71– 87.
- Church, N. 1994. Developments in modified-atmosphere packing and related technologies. *Trends in Food Science and Technology*, 5, 345 - 352.
- Church, I., Parsons, A. 1995. Modified Atmosphere Packaging Technology : A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67,143 -152.
- Cruz, R.M.S., Vieira, M.C., & Silva, C.L.M. 2006. Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (*Nasturtium officinale*). *Journal of Food Engineering*, 72 (1), 8 - 15.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., Debevere, J. 2004. New preservation technologies: possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14, (4), 273 - 285.
- Doevenspeck, H. 1960. Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung der einzelnen Phasen aus dispersen Systemen. German Patent, DE 1237541.

Dhingra, D., Singh, J., Patil, R.T., Uppal, D.S. 2008. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science Technology*, 45, (3), 209 – 217.

Dunn, J., Ott, T., and Clark, W. 1995. Pulsed Light Treatment of Food and Packaging. *Food Technology*, 49, 95 - 98.

Earle, T.C., & Cvetkovich, G.T. 1995. Social trust: Toward a cosmopolitan society. Praeger Publishers, 102 - 125.

El-Aouar N.A., Azoubel, P.M., Barbosa, J.L.L., Murr, F.E.X. 2006. Influence of the osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carioca papaya L.*) *Journal of Food Engineering*, 75, 267 - 274.

Elmnasser, N., Guillou, S., Leroi, F., Orange, N., Bakhrouf, A., and Federighi, M. 2007. Pulsed light system as a novel food decontamination technology. *Canadian Journal of Microbiology*, 53, 813 - 821.

Escobar, M.P., Galindo, F.G., Wadso, L., Nágera, J.R., Sjöholm, I. 2007. Effect of long-term storage and blanching pré-treatments on the osmotic kinetics of carrots (*Daucus carota L. cv. Nerac*). *Journal of Food Engineering*, 81, 313 - 317.

Fernandez, P.P., Martino, M.N., Zaritzky N.E., Guignon, B., Sans, P.D. 2007. Effects of locus bean, xanthan and guar gums on the ice crystals of a sucrose solution frozen at high pressure. *Food Hydrocolloids*, 21, (04), 507- 515.

Fito, P., 1994. Modelling of vacuum osmotic dehydration of food. *Journal of Food Engineering*, 22, (1-4), 313 – 328.

Fito, P. Andrés, A., Chiralt, A., Pardo, P.1996. Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. *Journal of Food Engineering*, 27, (3), 229 - 240.

Fito, P., Chiralt, A., Barat, J.M., Andrés, A. Martínez-Monzó, J. Martínez-Navarrete, N. 2001. Vacuum impregnation for development of new dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 49, (4), 297 - 302.

Flaumenbaum, B.L. 1968. Anwendung der Elektropasmolyse bei der Herstellung von Fruchtsäften. *Flüssiges Obst* 35, 19 - 22.

Flick, G. 2003. High Hydrostatic Pressure Processing Has Potencial. *Global Aquaculture Advocate*, 6, (1), 1 – 2.

Frewer, L.J., Howard, C., Shepherd, R. 1995. Genetic engineering and food: what determines consumer acceptance? *British Food Journal*, 97, (8), 31 - 36.

Frewer, L.J., Moles, A., Saba, A. 1998. Public concerns about general and specific applications of genetic engineering: a comparative study between the UK and Italy. *Nutrition & Food Science*, 1, 19 - 29.

Giraldo, G., Talens, P., Fito, P. & Chiralt, A. 2003. Influence of Sucrose Solution Concentration on Kinetics and Yield during Dehydration of Mango. *Journal of Food Engineering*, 58, 33 - 43.

Giangiaco, R. Torregiani, D. Abbo, E. 1987. Osmotic Dehydration of Fruits: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. *Journal of Food Processing and Preservation*, 11, (3), 183 - 195.

Gomes, A.T., Cereda, M.P., Vilapoux, O. 2007. Desidratação Osmótica: uma tecnologia de Baixo Custo para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 3, (3), 212 - 226.

Gómez-López, V.M., Devlieghere, F., Bonduelle, V., and Debevere, J. 2005. Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf life. *Journal of Food Microbiology*, 103, 79 - 89.

Góngora-Nieto, M.M., Sepúlveda, D.R., Pedrow, P. Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 2002. Food processing by pulsed electric fields: treatment delivery, inactivation level, and regulatory aspects. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 35, 375 - 388.

Gould, G.W. 1995. Biodeterioration of foods and an overview of preservation in the food and dairy industries. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 36, 267 - 277.

Guariglia, S. 2004. Breve História da ultra-sonografia. *Breves da saúde*, 2ª edição, outubro/novembro.

Guerrero-Beltrán, J.A., Barbosa-Cánovas G.V. 2004. Review: advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Science and Technology International*, 3, (10), 137 - 147.

Hamstra, A.M., Smink, C. 1996. Consumers and biotechnology in the Netherlands. *British Food Journal*, 98, (4-5), 34 - 38.

Han, J.H., 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technology*, 54, (3), 56 - 65.

Hashim, I.B., Resurreccion, A.V.A., McWatters, K.H. 1996. Consumer attitudes toward irradiated poultry. *Food Technology*, 50, (3), 77-80.

Hoban, T.J. 1996. Anticipating public reaction to the use of genetic engineering in infant nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63, (4), 657- 662.

- Hogan, E., Kelly, A.L., Sun, D.W. 2005 High pressure processing of foods: An overview. *Emerging Technologies for Food Processing*. London: Elsevier Academic Press, 3 – 32.
- Hoover, D.G. 1997. Minimally processed fruits and vegetables: reducing microbial load by nonthermal physical treatments. *Food Technology*, 51, (6), 66 - 69.
- Huotilainen, A., & Tuorila, H. 2005. Social representation of new foods has a stable structure based on suspicion and trust. *Food Quality and Preference*, 16, 565 - 572.
- Hulsheger, H., Pottel, J., Niemann, E.G. 1983. Electric field effects on bacteria and yeast cells. *Radiat. Environ. Biophys.*, 22, 149 - 162.
- Ishimori, Y., Karube, I. and Suzuki, S., J. 1981. *Molec. Catal.*, 12 , 253.
- Jayaram, S., Castle, G.S.P., Margaritis, A. 1992. Kinetics of sterilization of *Lactobacillus brevis* cells by the application of high voltage pulses. *Biotechnology Bioengineering.*, 40, (11), 1412 - 1420.
- Kluge R.A., Scarpore Filho J.A., Jacomino A.P., Marques C.1999. Embalagens plásticas para pêssegos 'flordaprince' refrigerados. *Scientia Agricola*, 56, 4.
- Koontz, J.L. 2006. Controlled release of active ingredients from food and beverage packaging. *Italian Packaging Technology Award (IPTA) Paper Competition*, 2 – 13.
- LaCost, A., Shaich, K.M., Zumbrunnen, D., Yam, K.L. 2005. Advancing Controlled Release Packaging through Smart Blending. *Packaging Technology and science*, 18, 77 - 87.
- Lado, B.H.; Yousef, A.E. 2002. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection*, 4, 433 – 440.
- Lankin, V.Z., Tikhaze, A.K., Konovalova, G.G., Kozachenko, A.I. 1999. Concentration-dependent inversion of antioxidant and prooxidant effects of β -carotene in tissues *in vivo*. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 128, (9), 930 – 932.
- Lerici, C.R., Pinnavaia, M., Dalla Rosa, M., Bartolucci, L. 1985. Osmotic Dehydration of Fruits: Influence of Osmotic Agents on Drying Behaviour and Products Quality. *Journal of Food Science*, 50, 1217 - 1219.
- Leistner, L., Gorris, L.G.M. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 41 - 46.
- Lindgren, M. Aronsson, K., Sheila, G., Ohlsson, T. 2002. Simulation of the temperature increase in pulsed electric field (PEF) continuous flow treatment

chambers. *Innovative Food Science and Technologies*, 3, 233 - 245.

López-Malo, A., Palou, E. 2005. Ultraviolet light and food preservation. In: Barbosa-Cánovas, G., Tapia, M.S., Cano, M.P. Novel food processing technologies, CRC, 18.

López-Malo, A., Alzamora, S., Tapia, M.S. 2000. Processed Fruits and Vegetables – Fundamental Aspects and Applications, 298.

López-Rubio, A., Almenar, E., Hernandez-Muñoz, P., Lagarón, J.M., Catalá, R., Gavara, R. 2004. Overview of active polymer- based packaging technologies for food applications. *Food Reviews International*, 20, (4), 357 - 387.

Lyndhurst, B. 2009. An Evidence Review of Public Attitudes to Emerging Food Technologies. *Social Science Research Unit Food Standard Agency*, 5 – 71.

MacFie, H. 2007. Consumer- led food product development. Woodhead publishing, 144.

Manson, T.J., Paniwnyk, L., Lorimer, J.P. 1996. The uses of ultrasound in food technology, *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, (3), 253 - 260.

Marquenie, D., Michiels, C.W., Van Imp, J.F., Schrevens, E., Nicola, B.N. 2003. Pulsed white light in combinations with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 455 - 461.

Marquez, V.O., Mittal, G.S., Griffiths, M.W. 1997. Destruction and inhibition of bacterial spores by high voltage pulsed electric fields. *Journal of Food Science*, 62, 399 - 409.

Nagy, J., Tatar, M.K. 1984. *Novenytermeles*, 33, 437.

Mújica-Paz, H., Valdez-Fragoso, A., López-Malo, A., Palou, E., Welti-Chanes, j. 2003. Impregnation Properties of Some Fruits at Vacuum Pressure. *Journal of Food Engineering*, 56, 307 - 314.

Oliveira, E.M., Hassemer, M.E.N., Bento, A.P., Sartoratto, J., Lapolli, F.R. 2002. Desinfecção e valorização de efluentes sanitários através da radiação ultravioleta. XXVIII Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, México, 2.

Oliu G, Belloso O, Fortuny R. 2008. Pulsed light treatments for food preservation. A review. *Food and Bioprocess Technology*, 3, (1), 13 - 23.

Osorio, C., Franco, M.S., Castaño, M.P., Gonzalés-Miret, M.L., Heredia, F.J., Morales, A.L. 2007. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7, (8), 353 - 359.

- Ozdemir, M., Floros, J.D. 2004. Active food packaging technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 185 - 193.
- Pani, P., Leva, A.A., Maestrelli, A., Torreggiani, D. 2008. Influence of an osmotic pretreatment on structure-property relationship of air-dehydrated tomato slices. *Journal of Food Engineering*. 86, 105-112.
- Parish, M.E. 1998. Orange juice quality after treatment by thermal pasteurization or isostatic High Pressure. *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologie*, 31, (5), 439 – 442.
- Parry, R.T. 1993. Envasado de los alimentos en atmosfera modificada. A. Madrid Vicente ediciones, 13 - 31.
- Picouet, P., Pérez-Juan, M., Realini, C.E. 2008. High Hydrostatic Pressure Technology on Fresh Beef and Beef Products. *IRTA*, 1 - 5.
- Pothakamury, U.R., Barbosa-Cánovas, G.V. 1995. Fundamental aspects of controlled release in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 397 - 406.
- Potter, N.N., Hotchkiss, J.H. 1995. Food Science. 5 ed. Chapman & Hall, 608.
- Qin, B.L., Pothakamury, U.R., Vega, H., Martín, O., Barbos-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 1995. Food pasteurization using high intensity pulsed electric fields. *Journal Food Technology*, 49, (12), 55 - 60.
- Ramaswamy, R., Balasubramaniam, V.M., Kaletunç, G. 2004. High Pressure Processing. *Extension Factsheet*, 2.
- Resende, J.V., Cal-Vidal, J. 2002. Frutos de melão submetidos a pré-tratamentos com hidrocolóides : Efeitos do processo de congelamento sobre a microestrutura celular. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, (3), 295 - 304.
- Rodrigues, R.C. 2009. Aproveitamento de xarope residual da desidratação osmótica de abacaxi para o cultivo de *bacillus thuringiensis var. israelensis*. *Universidade Estadual do Norte Fluminense*.
- Rodrigues, S., Fernandes, F.A.N. 2007. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. *Journal of Food Engineering*, 80, 678 - 687.
- Ross, A.I.V., Griffiths, W.M., Mittal, S.G., Deeth, C.H. 2003. Combining nonthermal technologies to control foodborne microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 89, (2-3), 125 - 138.
- Salcedo, I., Andrade, J.A., Quiroga, J.M, Nebot, E. 2007. Photoreactivation and dark repair in UV-Treated microorganisms : Effect of temperature. *Applied and Environmental Microbiology*. 73, (5), 1594 – 1600.
- Sale, A.J. and Hamilton, W.A. 1967. Effect of high electric fields on micro-

organisms. I. Killing of bacteria and yeast. II. Mechanism of action of the lethal effect. *Biochimica Biophysica Acta*, 148, 781 - 800.

Salvatori, D., Andrés, A., Chiralt, A., Fito, P. 1994. Osmotic Dehydration Progression in Apple Tissue I: Spatial Distribution of Solutes and Moisture Content. *Journal of Food Engineering*, 42, 125 - 132.

Shama, G. 1999. Ultraviolet light. In: Robinson, R.K.; Batt, C.; Patel, P. *Encyclopedia of food microbiology*, 3, 2208 – 2214.

Shi, X.Q., Fito, P. 1993. Vacuum Osmotic Dehydration of Fruits. *Drying Technology*, 11, (6), 1429 - 1442.

Shi, X.Q., Fito, P. 1994. Mass Transfer in Vacuum Osmotic Dehydration of Fruits. A Mathematical Model Approach. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie*, 27, 67 - 72.

Siegrist, M. 2008. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. *Trends in Food Science & Technology* 19, 603 - 608.

Siegrist, M., Cousin, M.E., Kastenholz, H., & Wiek, A. 2007. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. *Appetite*, 49, 459 - 466.

Siegrist, M., Keller, C., & Kiers, H.A.L. 2006. Lay people's perception of food hazards: comparing aggregated data and individual data. *Appetite*, 47, 324 - 332.

Singh, J.P., Ghaly, A.E. 2006. Reduced fouling and enhanced microbial inactivation during online sterilizations of cheese whey using UV coil reactors in series. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 29, 269 - 281.

Singh, B., Kumar, A., Gupta, A.K. 2007. Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration on carrot cubes. *Journal of Food Engineering*, 79, 471 - 480.

Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., Bergslien, H. 2002. Modified Atmosphere Packaging. *Minimal Processing Technologies in Food Industry*. Woodhead Publishing, 4, 61- 87.

Sousa, P.H.M., Maia, G.A., Souza Filho, M.S., Figueiredo, R.W., Souza, A.C.R. 2003. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25, (3), 414 - 416.

Tewari, G., Jayas, D.S., Holley, R.A. 1999. High Pressure Processing of Foods: An Overview. *Sciences des Aliments*, 19, 619 – 661.

Torreggiani, D. 1993. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*, 26, (1), 59 – 68.

Steptoe, A., Pollard, T. M., & Wardle, J. 1995. Development of a measure of the motives underlying the selection of food: the food choice questionnaire. *Appetite*, 25, 267 - 284.

Torley, P.J., Bhandari, B.R. 2007. Ultrasound in Food Processing and preservation, 29, 713 - 739.

US FDA. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations. 2000. Title 21, Part 179. Irradiation in the production, processing and handling of food. Federal Register, 65, 71056 – 71058.

Valdez-Fragoso, A., Mujica-Paz H., Giroux F., Welti-Chanes, J. 2002. Pilot plant for osmotic dehydration of fruits: Design and evaluation. *Journal of Food Processing and Engineering*, 25, 189 - 199.

Vega-Mercado, H., Martín-Belloso, O., Quin, B.L., Chang, F.J. Góngora-Nieto, M.M., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 1997. Non-thermal food preservation: electric fields. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 151-157.

Vercet, A., Burgos, J., Crelier, S., & Lopez-Buesa, P. (2001). Inactivation of protéases and lipases by ultrasound. *Journal of Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 139 - 150.

Vilas Boas B.M., Prado M.E.T., Vilas Boas E.V.B., Nunes E.E., Machado F.M. 2004. Qualidade pós-colheita de melão 'Orange Flesh' minimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26, 3.

Visschers, V.H.M., Meertens, R.M., Passchier, W.F., & deVries, N.K. 2007. How does the general public evaluate risk information? The impact of associations with other risks. *Risk Analysis*, 27, 715 - 727.

Wallen, R.D., May, R., Rieger, K., Holloway, J.M., and Cover, W.H. 2001. Sterilization of a new medical device using broad- spectrum pulsed light. *Biomed. Instrum. Technol.*, 35, 323 – 330.

Whiltshire, M. 1992. Presented at Sonochemistry Symp., R.S.C. Annual Congress, Manchester, UK.

Xie, R., Zhang, Z., Cheng, J. and Xia, X. 1992. Proc. ICA14 Congress, 3.

Young, A.L. 2003. Food Irradiation – after 35 years, have we made progress: a government perspective. *Environmental Science and Pollution Reserch*, 10, (2), 82 – 88.

Zhang, Q., Quin, B.L., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G. 1995. Inactivation of *E. coli* for food Pasteurization by high-strength pulsed electric fields. *Journal of Food Process Preservation*, 19, (2), 103 – 118.

Zhao, Y., Xie, J. 2004. Practice application of vacuum impregnation technology in fruit and vegetable processing. *Trends in Food Science & Technology*. 15, (9), 434 - 45.

Zimmerman, L., Kendall, P., Stone, M., Hoban, T. 1994. Consumer knowledge and concern about biotechnology and food safety. *Food Technology*, 48, (11), 71 - 77.

Zumbrunnen, D.A, Chhibber, C. 2002. Morphology development in polymer blends produced by chaotic mixing at various compositions. *Polymer*, 43, (11), 3267 – 3277.

<http://www.airliquide.pt/pt/as-suas-necessidades-sao/embalagem-em-atmosfera-modificada.html#.UiITPHBxilo> (acedido em outubro 2001).

<http://www.airproducts.com/industries/foodbeverage/fishseafood/product-list/~media/6BD05764E11D431EB5B4F093740F9771.pdf> (acedido em outubro 2011).

www.alimentatec.com/tecnologia-de-luz-pulsada-para-la-conservacion-de-alimentos/ (acedido em novembro 2011).

http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html (acedido em janeiro 2012).

<http://www.avure.com/food/applications/> (acedido em agosto 2013).

<http://www.cintiapenso.com.br/coluna.php?codigo=13> (acedido em agosto 2013).

http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/223.pdf (acedido em novembro 2001).

<http://mariorebola.com/home/wp-content/uploads/2011/09/AquaAmbiente-Tratamento-de-Águas-por-Ultravioleta.pdf> (acedido em fevereiro 2012).

<http://www.naturaltec.com.br/Desinfeccao-Ultravioleta-UV-Agua.html> (acedido em dezembro 2011).

<http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/26325/esterilizacao-dos-alimentos> (acedido em agosto 2013).

<http://www.propac.com/machinesarpacathena.html> (acedido em novembro 2011)

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612005000300016&script=sci_arttext (acedido em agosto 2013).

<http://www.segurancalimentar.com/conteudos.php?id=49> (acedido em outubro 2001).

<http://worldfoodscience.com/cms/index.html@pid=1006030.html> (acedido em novembro 2011)

<http://pt.scribd.com/doc/129991332/Apostila-de-Atmosfera-Modificada> (acedido em outubro 2011).

http://www.xenoncorp.com/food_enhancement.html (acedido em abril 2012).

Anexo 1

Inquérito Sobre Processos Emergentes de Produção e Conservação de Alimentos

Atualmente estão a ser aplicadas e desenvolvidas novas tecnologias de processamento e conservação de alimentos em diversos produtos. Estas tecnologias apresentam alternativas aos processos térmicos convencionais, trazendo maiores benefícios na qualidade do produto final.

Alguns exemplos destes processos emergentes são:

- **Alta pressão hidrostática:** Aplicação de uma pressão hidrostática elevada (600 MPa) para inativar microrganismos e prolongar o tempo de prateleira do alimento;
- **Impregnação por vácuo:** Consiste na troca de gás e/ou líquido aprisionados dentro do poro do alimento por um líquido externo, através da ação de gradientes de pressão. Este método impede a formação de cristais de gelo nas paredes celulares dos tecidos, evitando a perda de textura em alimentos congelados;
- **Embalagens de libertação controlada:** Embalagens que podem libertar componentes ativos (aromas, vitaminas, agentes antimicrobianos e antioxidantes) em percentagens predeterminadas para inibir o crescimento de microrganismos em alimentos frescos e reduzir a oxidação lipídica em alimentos processados ou produzir alimentos com propriedades nutricionais reforçadas.
- **Luz pulsada:** Consiste na utilização de grande intensidade de luz branca, em curtos espaços de tempo, para inibir o crescimento de microrganismos em alimentos, equipamentos e embalagens. São utilizadas lâmpadas de xenônio, que têm uma luminosidade parecida à luz solar;
- **Pulsos elétricos:** A Aplicação de pulsos elétricos de alta intensidade, num curto espaço de tempo, em alimentos líquidos e semilíquidos inativa microrganismos produzindo alimentos com melhor qualidade nutricional uma vez que reduz a aplicação de calor.
- **Embalagens em atmosfera modificada:** Utilização de gases como o oxigénio, nitrogénio e dióxido de carbono no ambiente que circunda o alimento (dentro da embalagem) para prolongar a conservação e a qualidade dos alimentos;
- **Desidratação osmótica:** Consiste na imersão do alimento em soluções aquosas concentradas de açúcares ou sais, resultando em dois fluxos de massa simultâneos (fluxo de água do alimento para a solução e transferência de soluto da solução para o alimento devido aos gradientes de concentração);
- **Ultrassons:** A aplicação de ultrassons nos alimentos é eficaz na destruição de microrganismos, incluindo fungos, bactérias, leveduras, esporos e vírus. Os ultrassons podem afectar as propriedades dos alimentos, no entanto, é comum utilizá-los combinados com outras tecnologias de processamento para melhorar a eficiência de processo;
- **Radiação ultravioleta:** A irradiação de alimentos com luz ultravioleta de ondas curtas proporciona a inativação microbiológica. Este método oferece a obtenção de produtos mais frescos e com melhores características.

Este inquérito tem como objetivo o estudo da reação do consumidor português à aceitação destes processos.

Responda a este inquérito com a maior precisão possível.

Sexo: Masculino Feminino

Idade: 18 – 24 25 – 34 35 – 44 >45

Origem: Meio Rural Meio Urbano

Rendimento mensal: < 500 € 500-1500 € 1500-2500 € 2500-5000 €

Habilitações: Ensino Primário 9º Ano 12º Ano Licenciatura

Mestrado Doutoramento

1 - Conhecia já algum produto em que estes novos processos tecnológicos tivessem sido aplicados?

1.1 Sumo de fruta processado com Alta pressão Hidrostática Sim Não

1.2 Frutos congelados previamente tratados com impregnação por vácuo Sim Não

1.3 Embalagens de libertação controlada para embalar queijo flamengo Sim Não

1.4 Manga pré-tratada com luz pulsada Sim Não

1.5 Puré de maçã pré-tratada com pulsos elétricos Sim Não

1.6 Coelho embalado com atmosfera modificada Sim Não

1.7 Frutos em iogurte pré-tratados por desidratação osmótica Sim Não

1.8 Vegetais congelados pré-tratados com ultrassons Sim Não

1.9 Vegetais congelados pré-tratados com radiação ultravioleta Sim Não

2 - Dos processos tecnológicos que já conhecia

2.1 Sumo de fruta processado com Alta Pressão Hidrostática

2.1.2 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez

2.1.3 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro

2.2 Frutos congelados previamente tratados com impregnação por vácuo

2.2.1. Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez

2.2.2. Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro

- 2.3 Embalagens de libertação controlada para embalar queijo flamengo
- 2.3.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.3.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.4 Manga pré-tratada com luz
- 2.4.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.4.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.5 Puré de maçã pré-tratada com pulsos elétricos
- 2.5.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.5.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.6 Coelho embalado com atmosfera modificada
- 2.6.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.6.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.7 Frutos em iogurte pré-tratados por desidratação osmótica
- 2.7.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.7.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.8 Vegetais congelados pré-tratados com ultrassons
- 2.8.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.8.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro
- 2.9 Vegetais congelados pré-tratados com radiação ultravioleta
- 2.9.1 Já consumiu um produto destes? Nunca 1 vez Mais do que 1 vez
- 2.9.2 Se consumiu qual foi a sua opinião? Gostei Não Gostei Não me lembro

3 – Têm algum tipo de problema em experimentar produtos que envolvem estas novas tecnologias de processamento e de preservação de alimentos?

- | | | |
|-----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 3.1 Alta Pressão Hidrostática | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.2 Impregnação por vácuo | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.3 Embalagens de libertação controlada | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.4 Luz pulsada | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.5 Pulsos elétricos | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.6 Atmosfera modificada | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.7 Desidratação osmótica | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.8 Ultrassons | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |
| 3.9 Ultravioleta | Sim <input type="checkbox"/> | Não <input type="checkbox"/> |

Se respondeu não a tudo passe à questão 5.

4 – Que tipo de problema? Mencione para cada tecnologia que considere problemática.

4.1 Alta pressão Hidrostática

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que provoque doença cardiovascular
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.2 Impregnação por vácuo

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que provoque doença cardiovascular
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.3 Embalagens de libertação controlada

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que provoque doença cardiovascular
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.4 Luz pulsada

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.5 Pulsos elétricos

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que provoque doença cardiovascular
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.6 Atmosfera modificada

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.7 Desidratação osmótica

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.8 Ultrassons

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

4.9 Radiação Ultravioleta

- Repugnância
- Medo que provoque o cancro
- Medo que me cause alergia
- O produto é caro
- Outro . Qual? _____

5 - Gostaria de ver no rótulo um aviso do tipo “este produto foi produzido com a tecnologia X” (sendo X qualquer das tecnologias acima mencionadas).

Sim Não

6 – Considera que, existindo mais informação, este tipo de produtos terá maior aceitação?

Sim Não

7 - Gostaria de ver um pequeno texto ou folheto explicativo sobre a tecnologia aplicada junto ao produto?

8 – Acredita que a ciência pode melhorar a indústria alimentar?

Sim Não

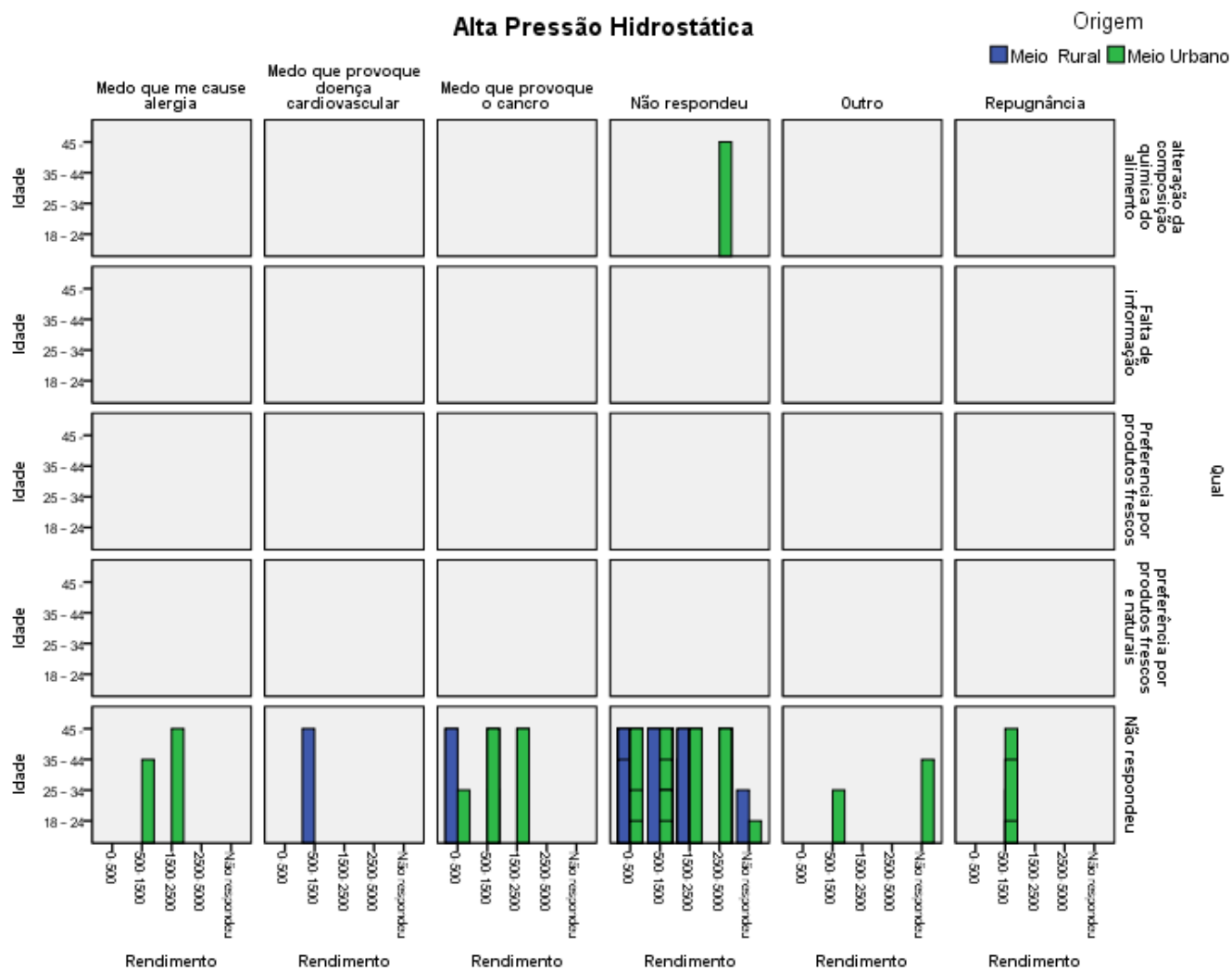
9 - Dos exemplos de processos emergentes mencionados anteriormente, existe algum que não lhe inspire total confiança? Qual?

	AO	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM
1	4.1	Qual	4.2	Qual	4.3	Qual	4.4	Qual	4.5	Qual	4.6	Qual	4.7	Qual	4.8	Qual	4.9	Qual	5	6	7	8	9
2	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Red TV	
3	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	Sem	Sem	Sem	Nido	PE
4	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
5	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Nido	Sem	Sem	Todos
6	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Nido	Sem	Sem	Nit
7	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
8	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Nido	NR
9	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
10	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
11	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
12	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
13	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
14	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
15	NR	NR	Repugn	NR	Repugn	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Luc Pubsida
16	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Red TV
17	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Nido	Sem	Nido	NR
18	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Nido	Sem	NR
19	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
20	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
21	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
22	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
23	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
24	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
25	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
26	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
27	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
28	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
29	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Red TV
30	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
31	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Ultra-sons
32	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Nido	Sem	NR
33	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Red TV
34	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	PE
35	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
36	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
37	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Nido
38	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Nido	PE
39	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
40	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
41	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	Ultra-sons
42	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
43	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
44	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
45	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
46	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
47	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
48	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR
49	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Sem	Sem	Sem	Sem	NR

◇	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM
600	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	NA	Sm	NA	NA
601	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
602	Repugn	NA	NA	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	Sm	NA	Sm	Sm	NA
603	Repugn	NA	NA	NA	NA	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	NA	M Carro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
604	NA	NA	NA	NA	NA	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	NA	NA
605	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	NA	NA
606	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	NA	NA
607	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Repugn	NA	M Carro	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Sm	NA	Sm	Sm	NA
608	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Repugn	NA	NA	NA	Repugn	NA	NA	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
609	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
610	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
611	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	M Carro	NA	Repugn	NA	NA	M Carro	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
612	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
613	NA	NA	NA	NA	NA	NA	M Carro	NA	M D Carro	NA	NA	NA	NA	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
614	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
615	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
616	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
617	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
618	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
619	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
620	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
621	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
622	M Carro	NA	NA	NA	NA	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	NA	NA	Repugn	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	Sm	Sm	Sm	NA	NA
623	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
624	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
625	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
626	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
627	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
628	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
629	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
630	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
631	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
632	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
633	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
634	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
635	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
636	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	M D Carro	NA	M Carro	NA	Sm	NA	Sm	Sm	NA
637	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
638	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
639	Repugn	NA	Repugn	NA	Repugn	NA	Carro	NA	Carro	NA	Carro	NA	Carro	NA	Carro	NA	Carro	NA	Sm	Sm	NA	Sm	NA
640	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
641	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
642	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sm	Sm	Sm	Sm	NA
643	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	M Carro	NA	M Carro	NA	Sm	NA	Sm	Sm	NA

Anexo 3

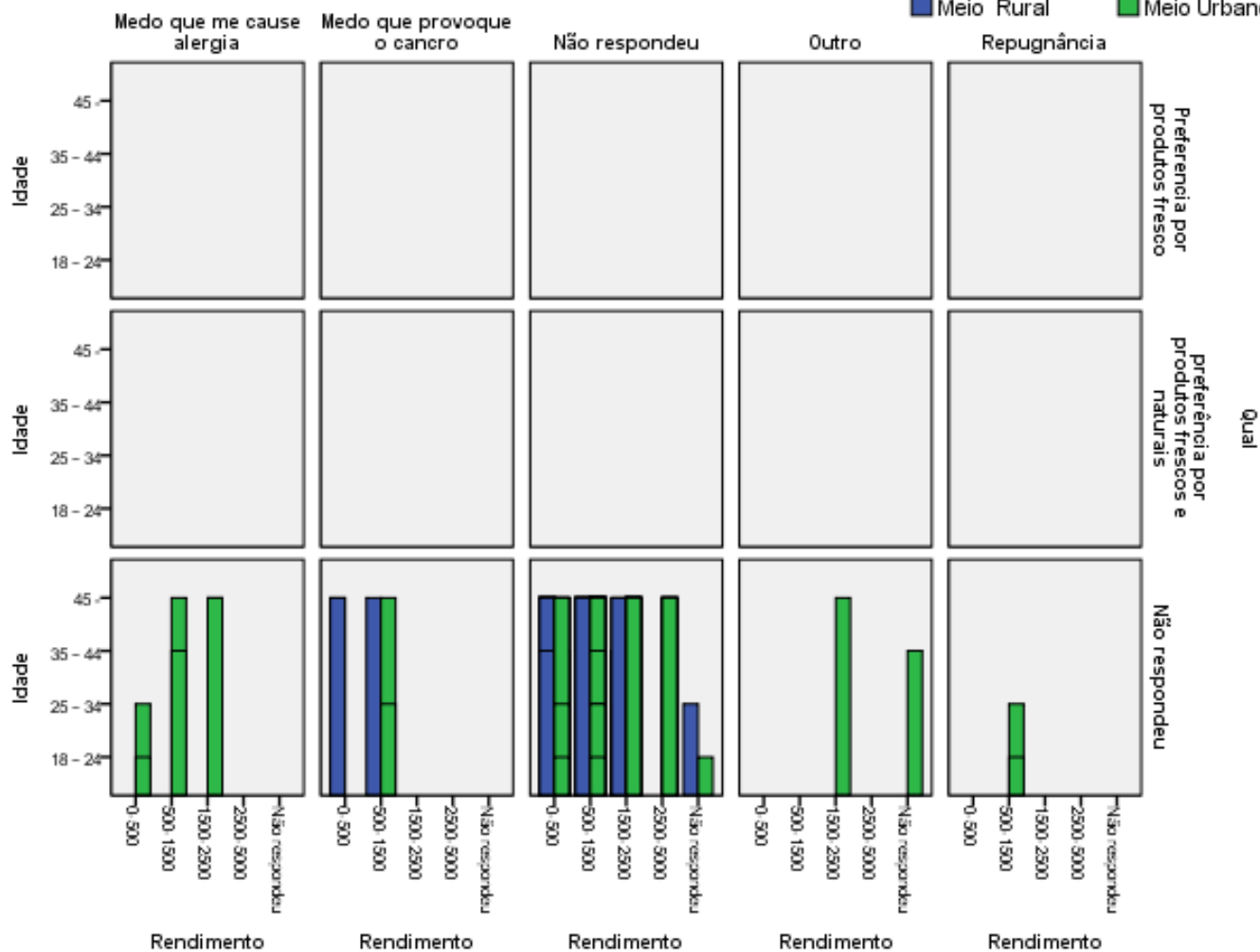
Gráficos complementares



Impregnação por Vácuo

Origem

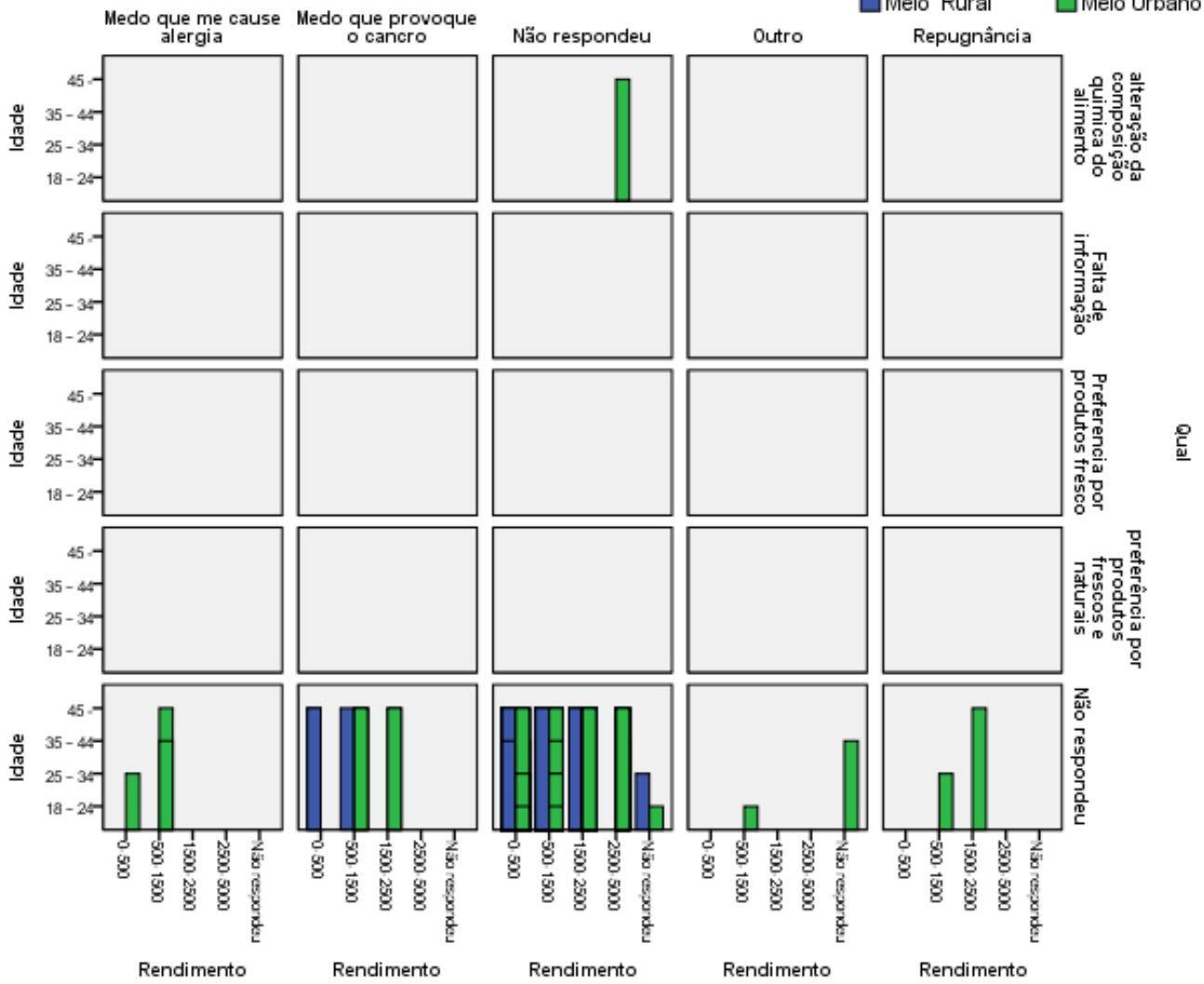
Meio Rural (Azul) Meio Urbano (Verde)



Embalagens de Libertação Controlada

Origem

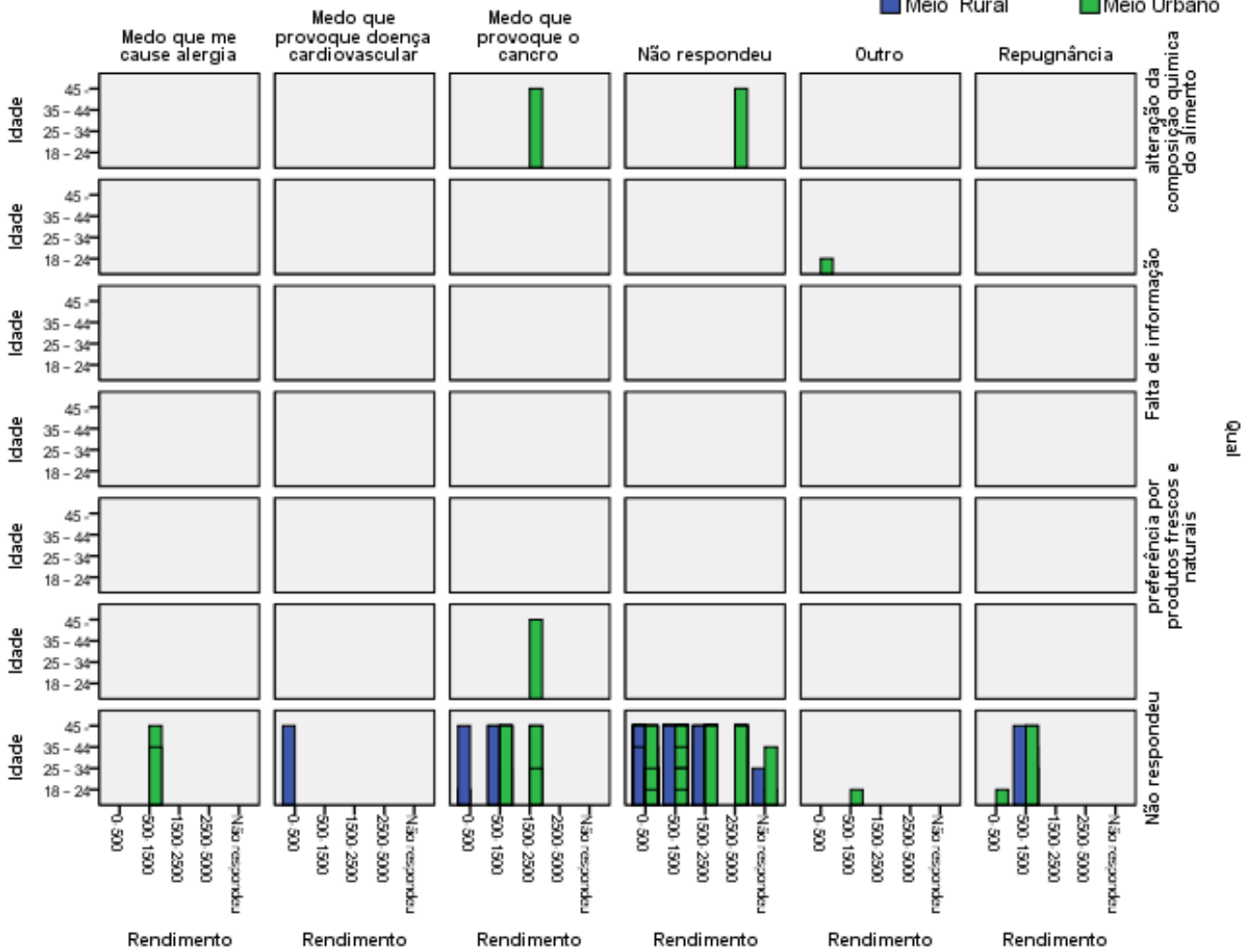
Meio Rural (Azul) Meio Urbano (Verde)

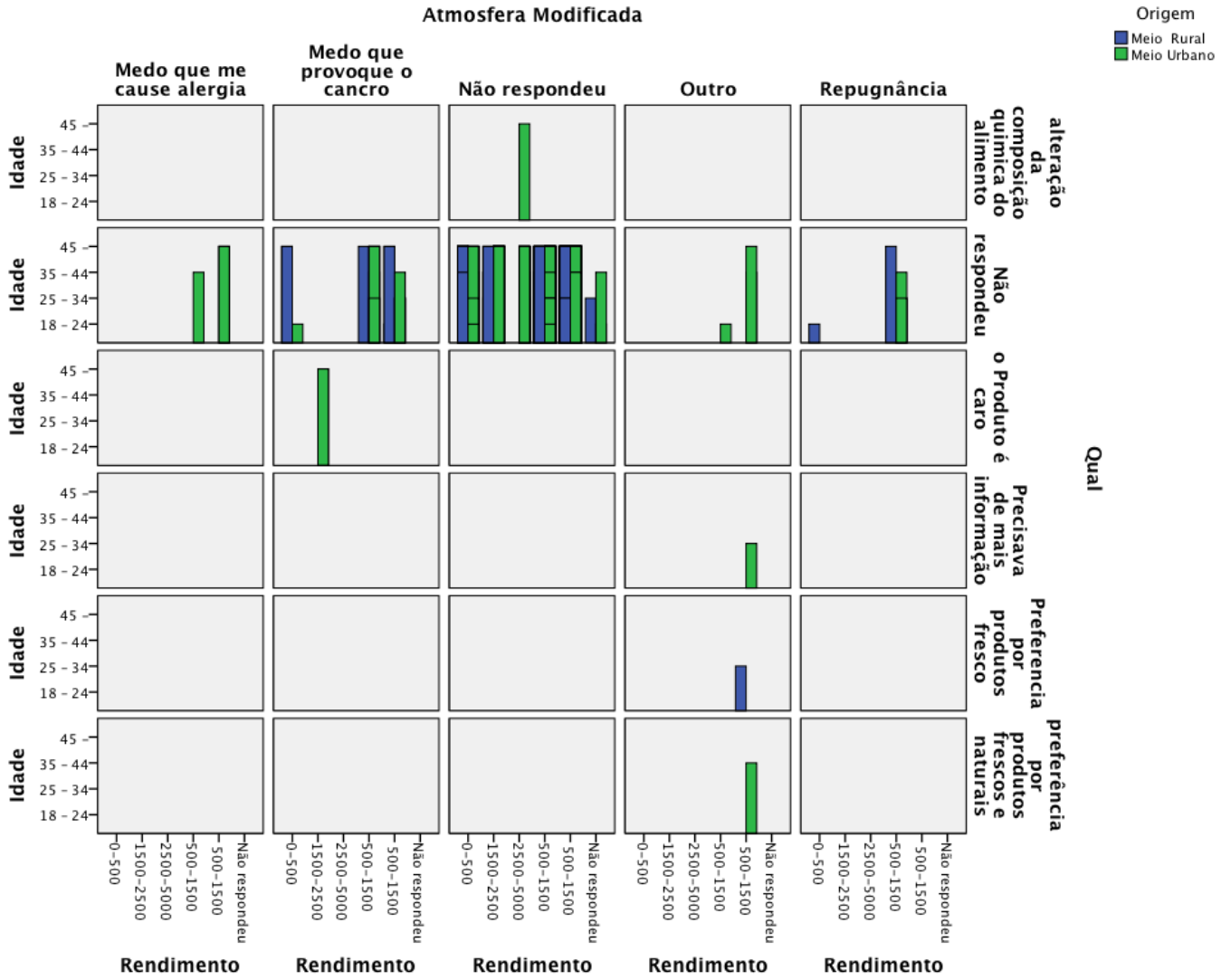


Luz Pulsada

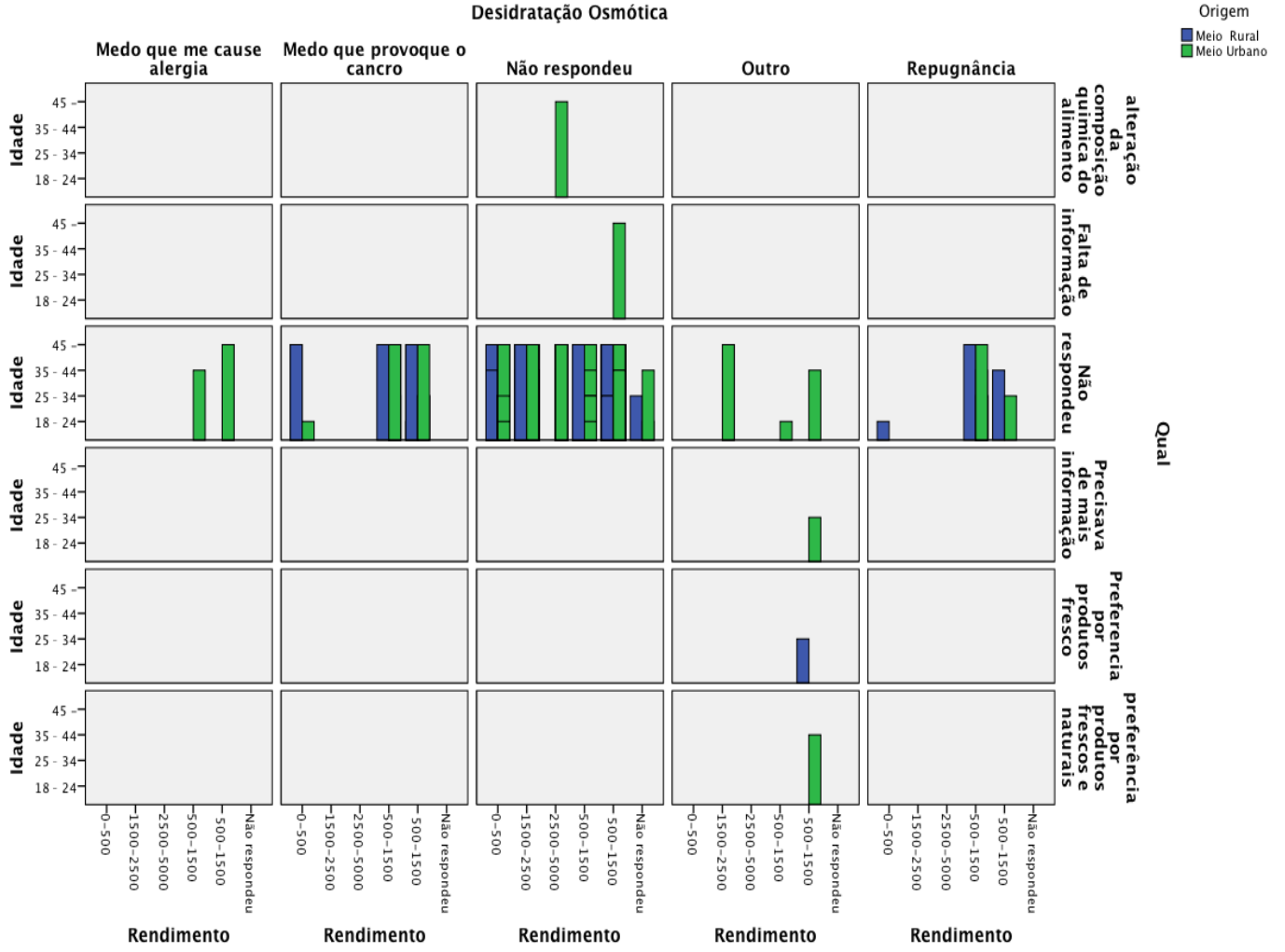
Origem

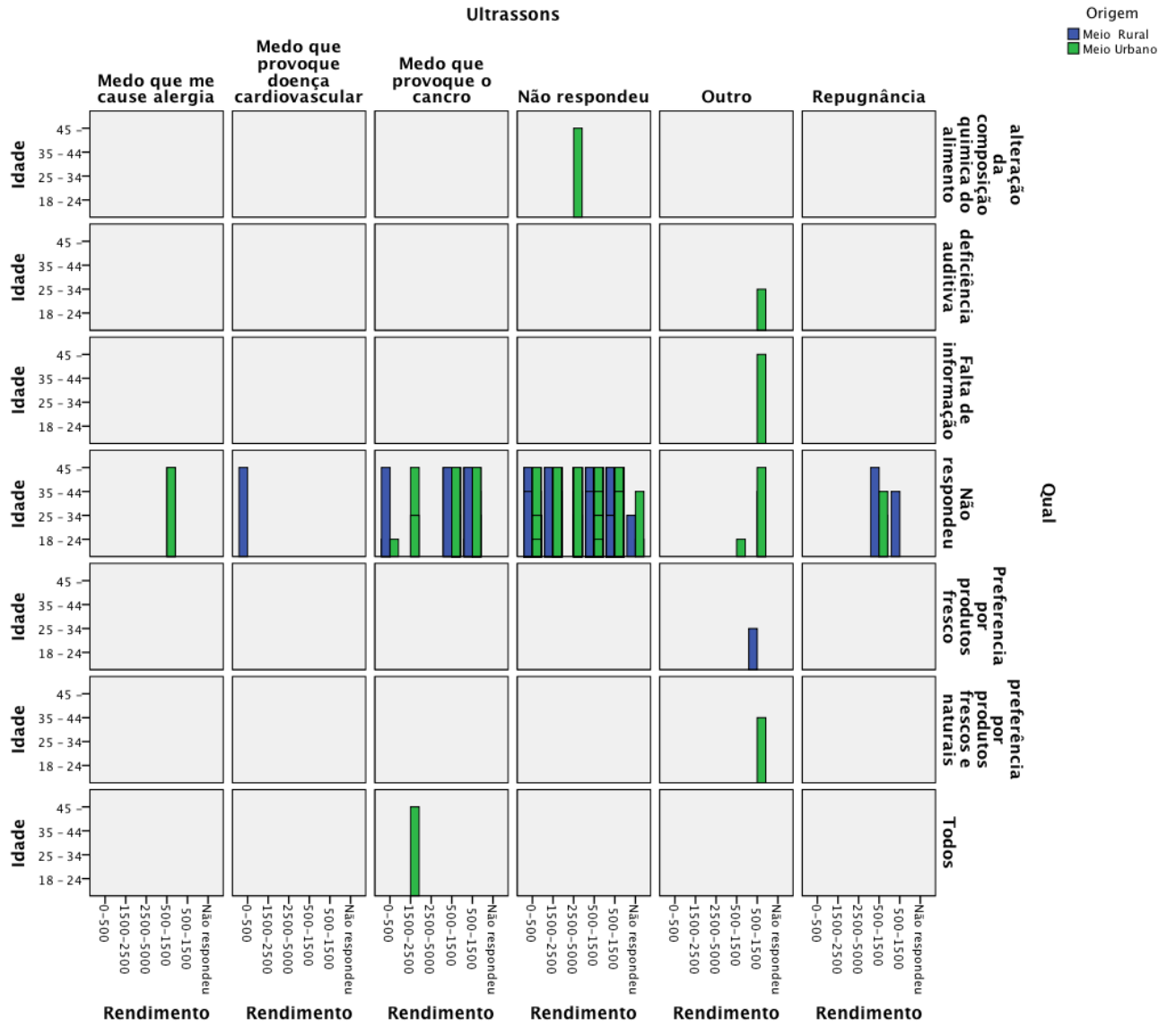
Meio Rural (Azul) Meio Urbano (Verde)

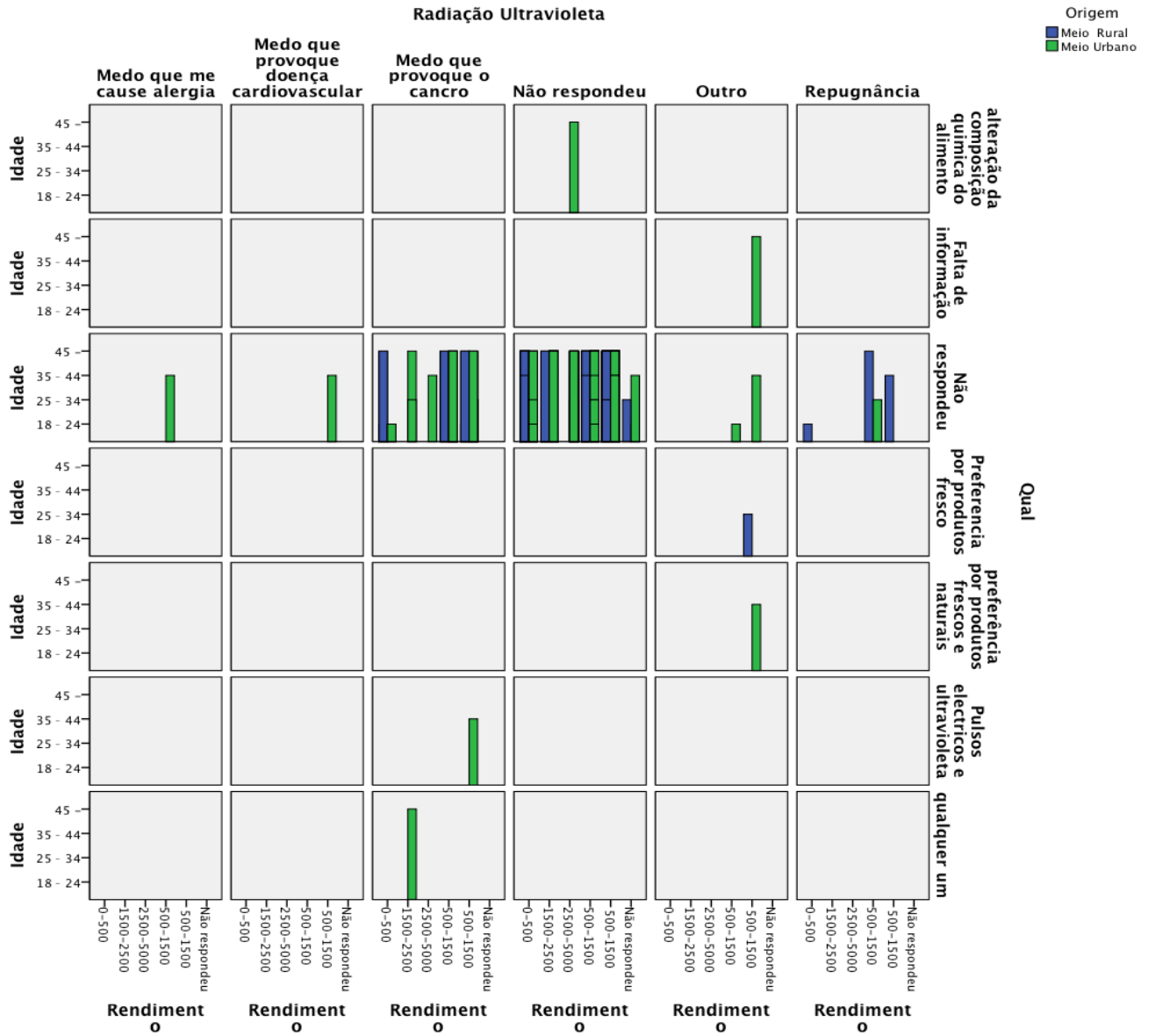




Desidratação Osmótica

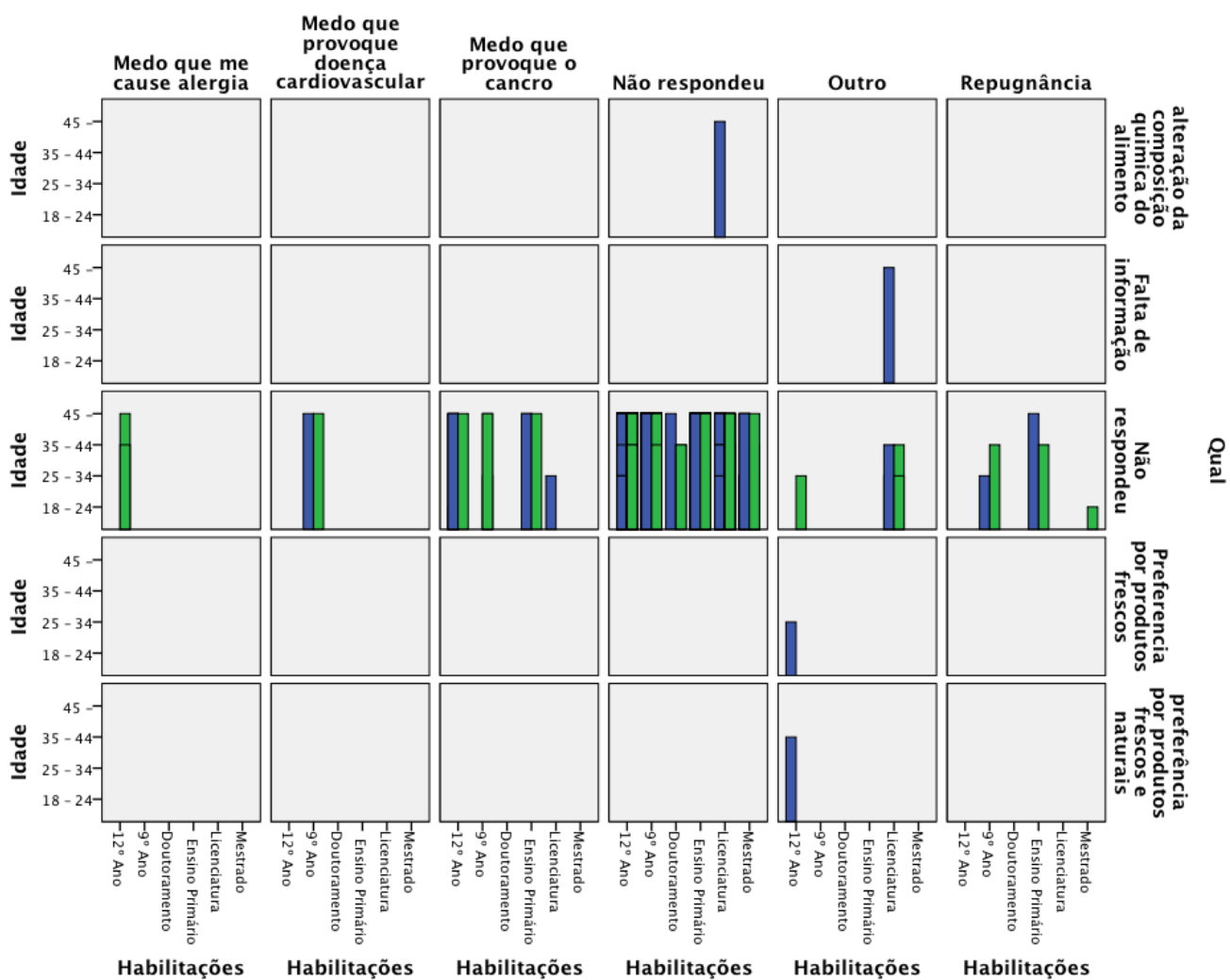






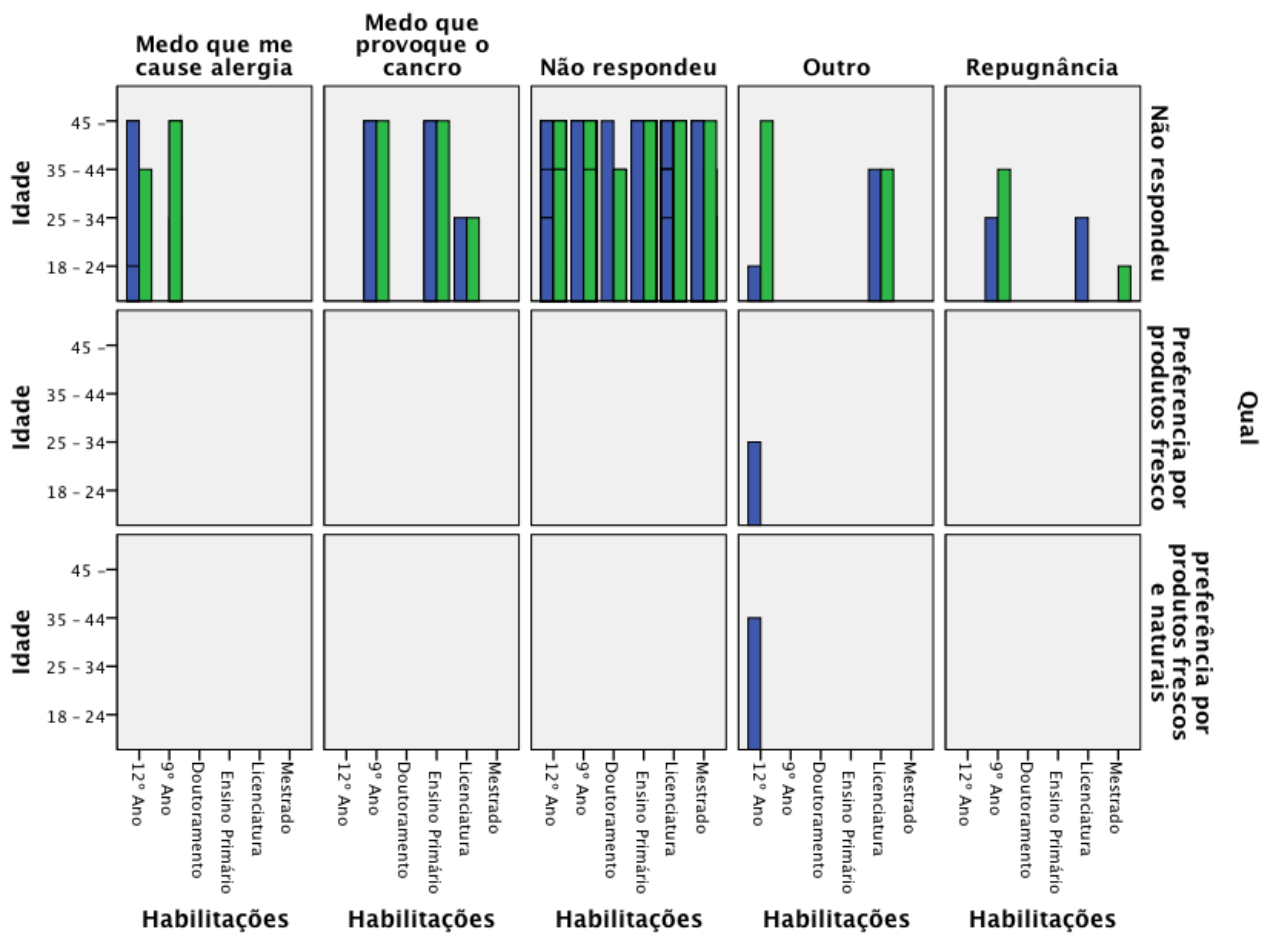
Alta Pressão Hidrostática

Sexo
 ■ Feminino
 ■ Masculino

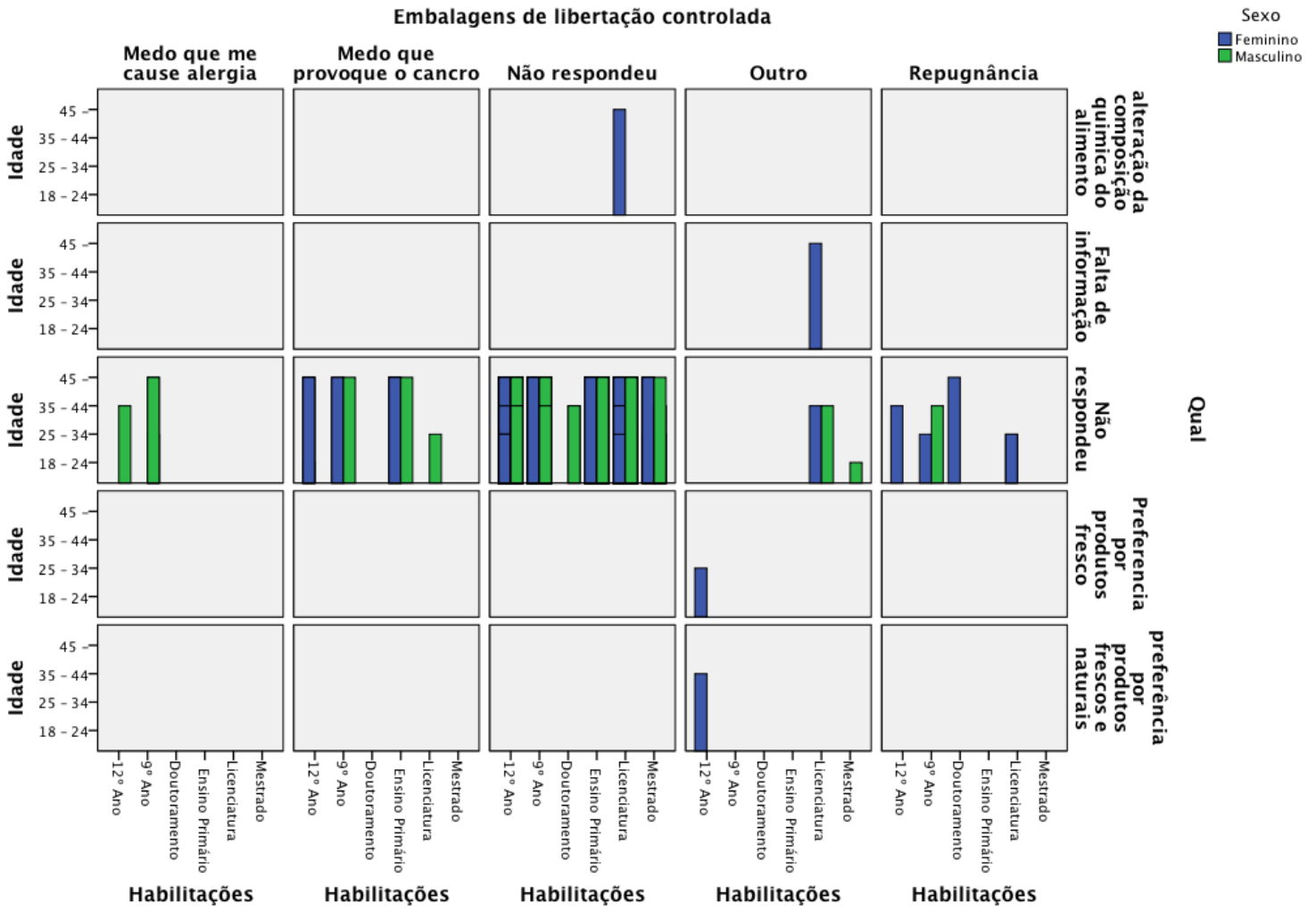


Impregnação por vácuo

Sexo
 ■ Feminino
 ■ Masculino

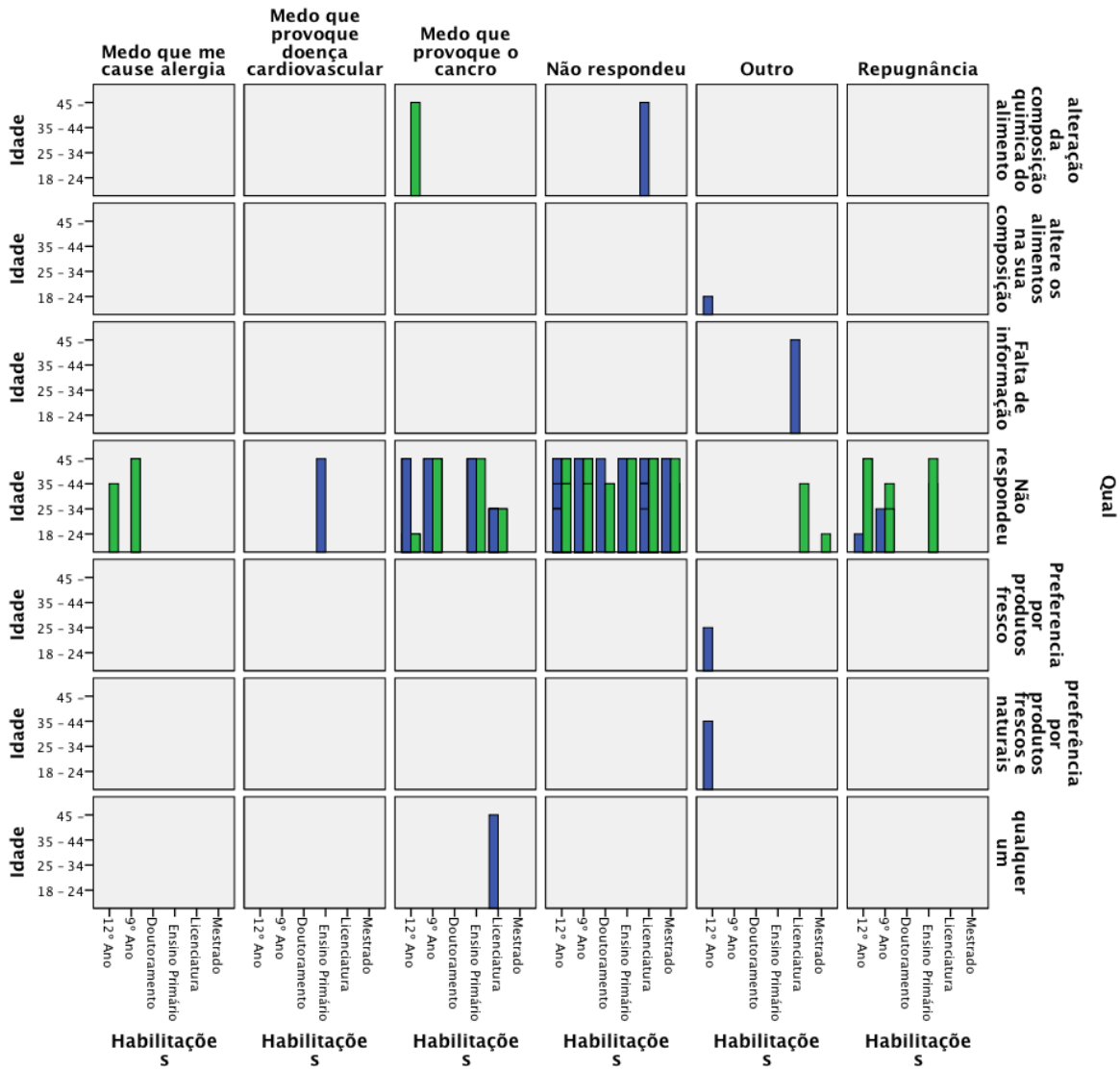


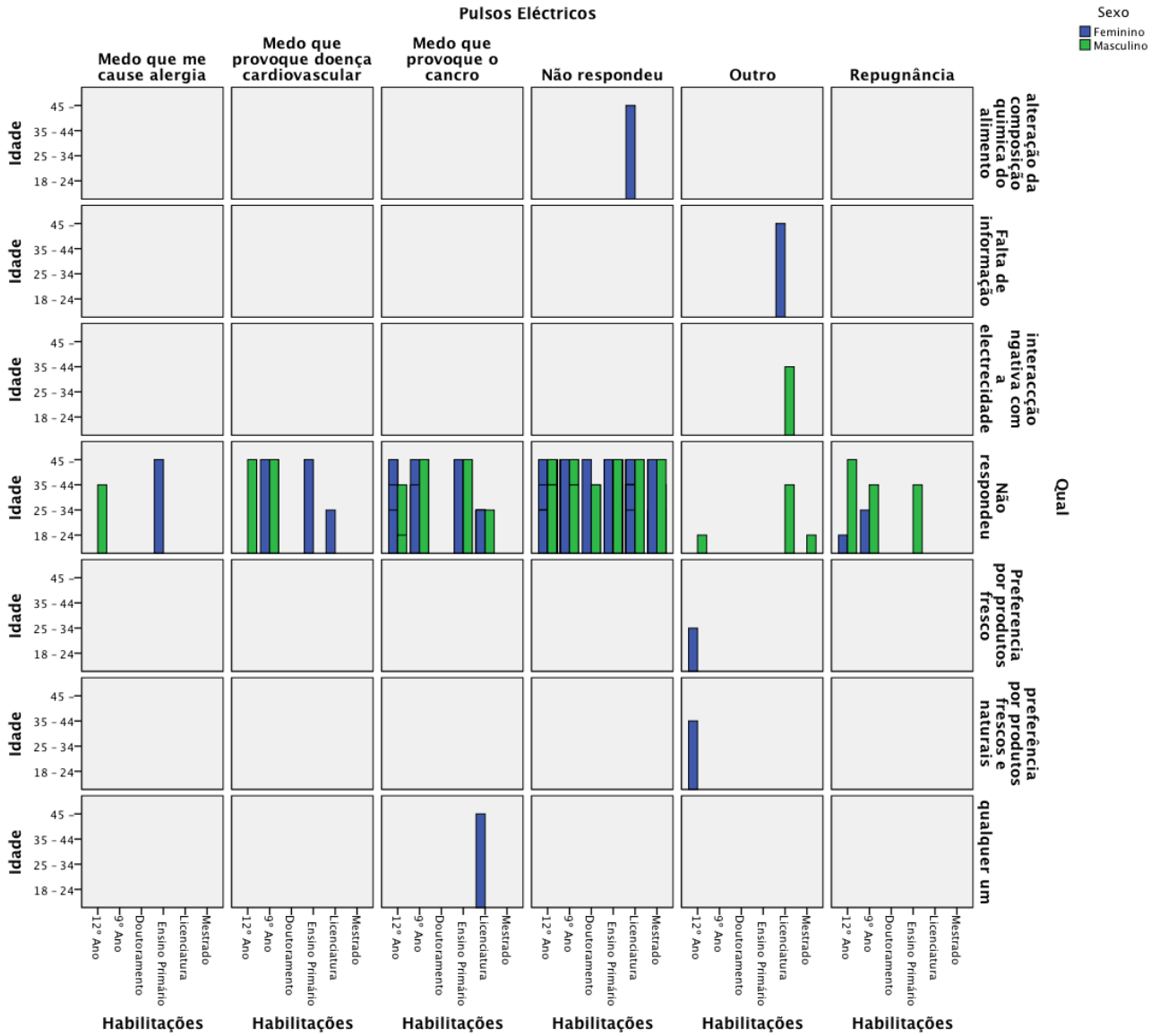
Embalagens de libertação controlada



Luz Pulsada

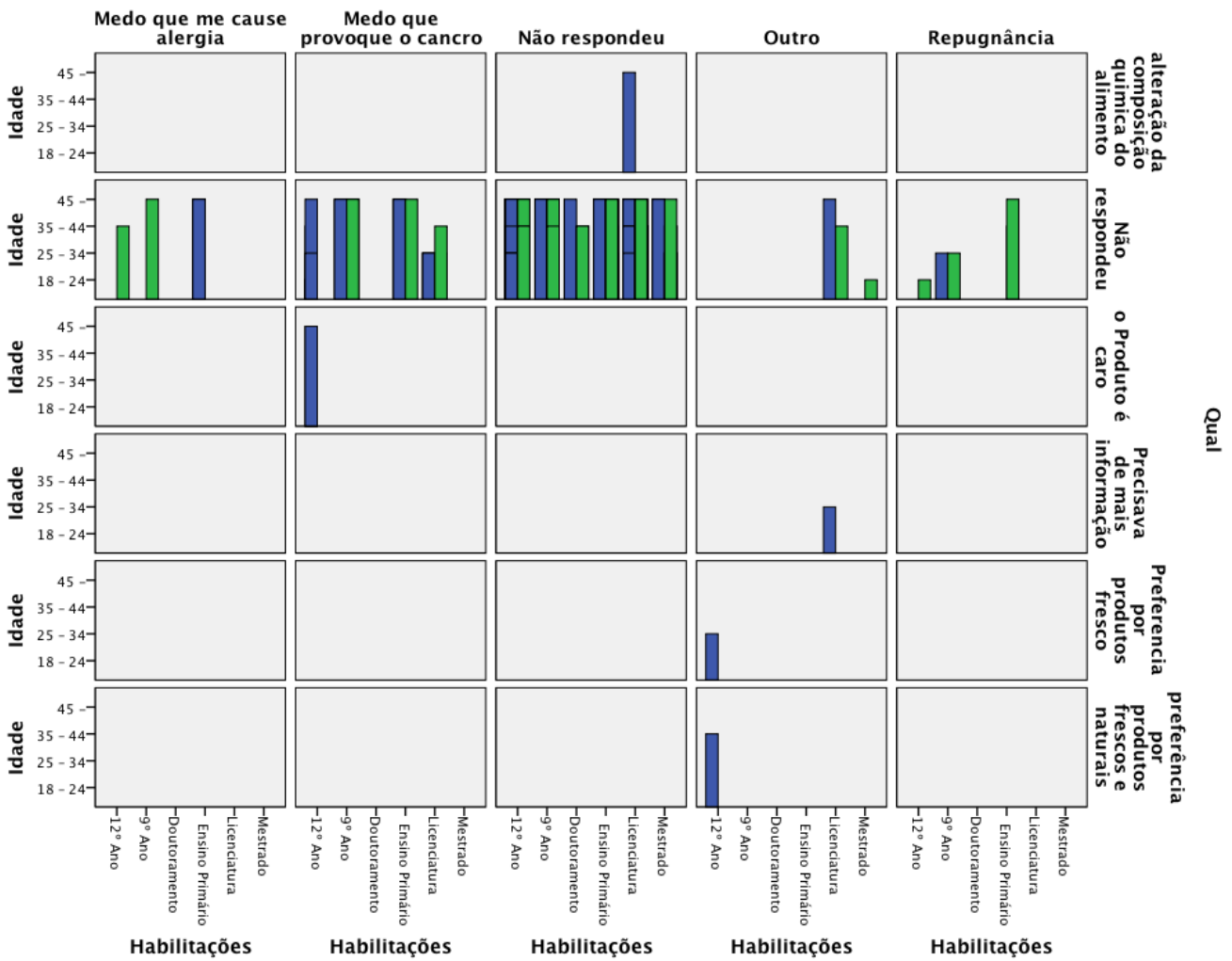
Sexo
 ■ Feminino
 ■ Masculino





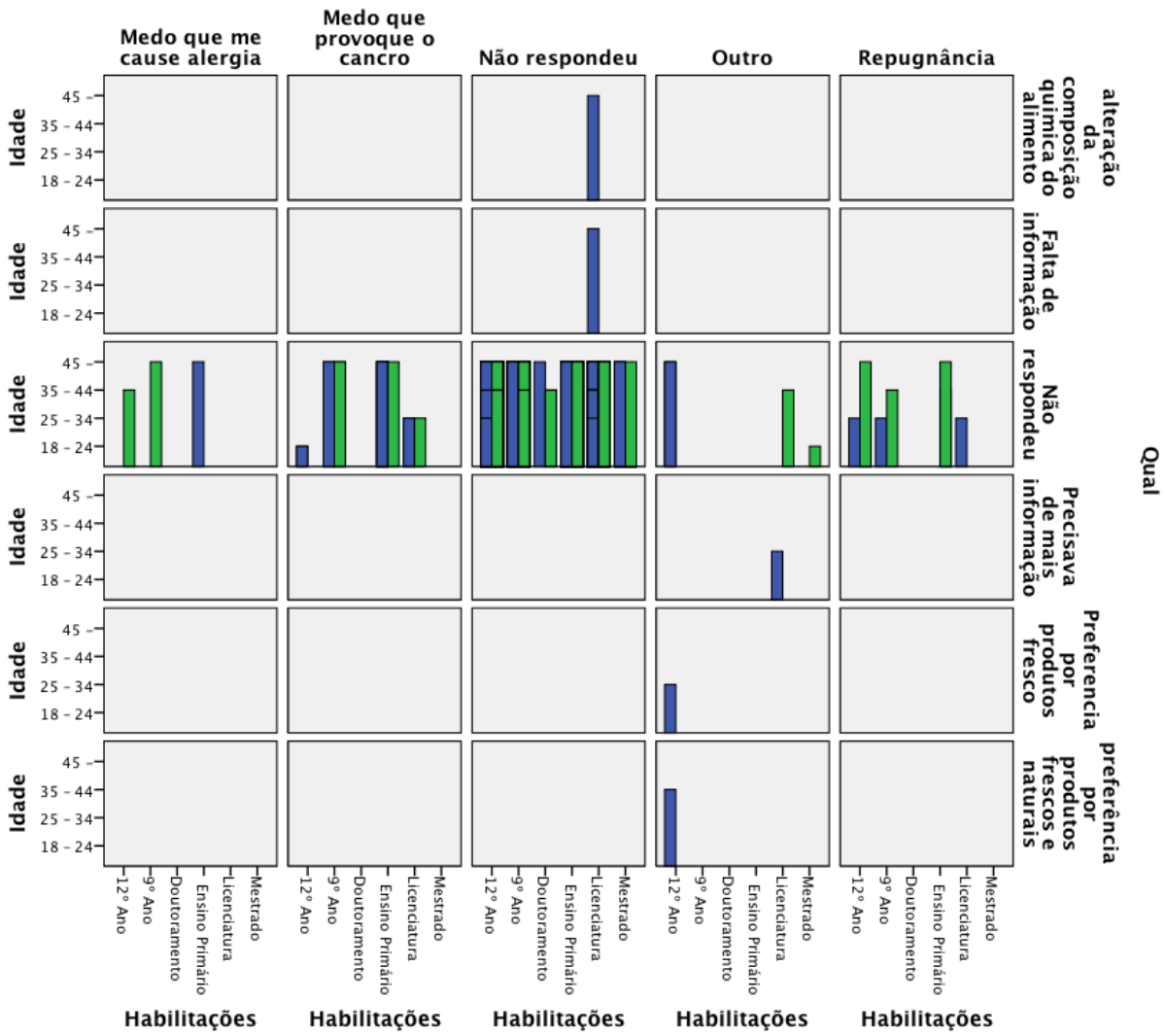
Atmosfera Modificada

Sexo
 ■ Feminino
 ■ Masculino



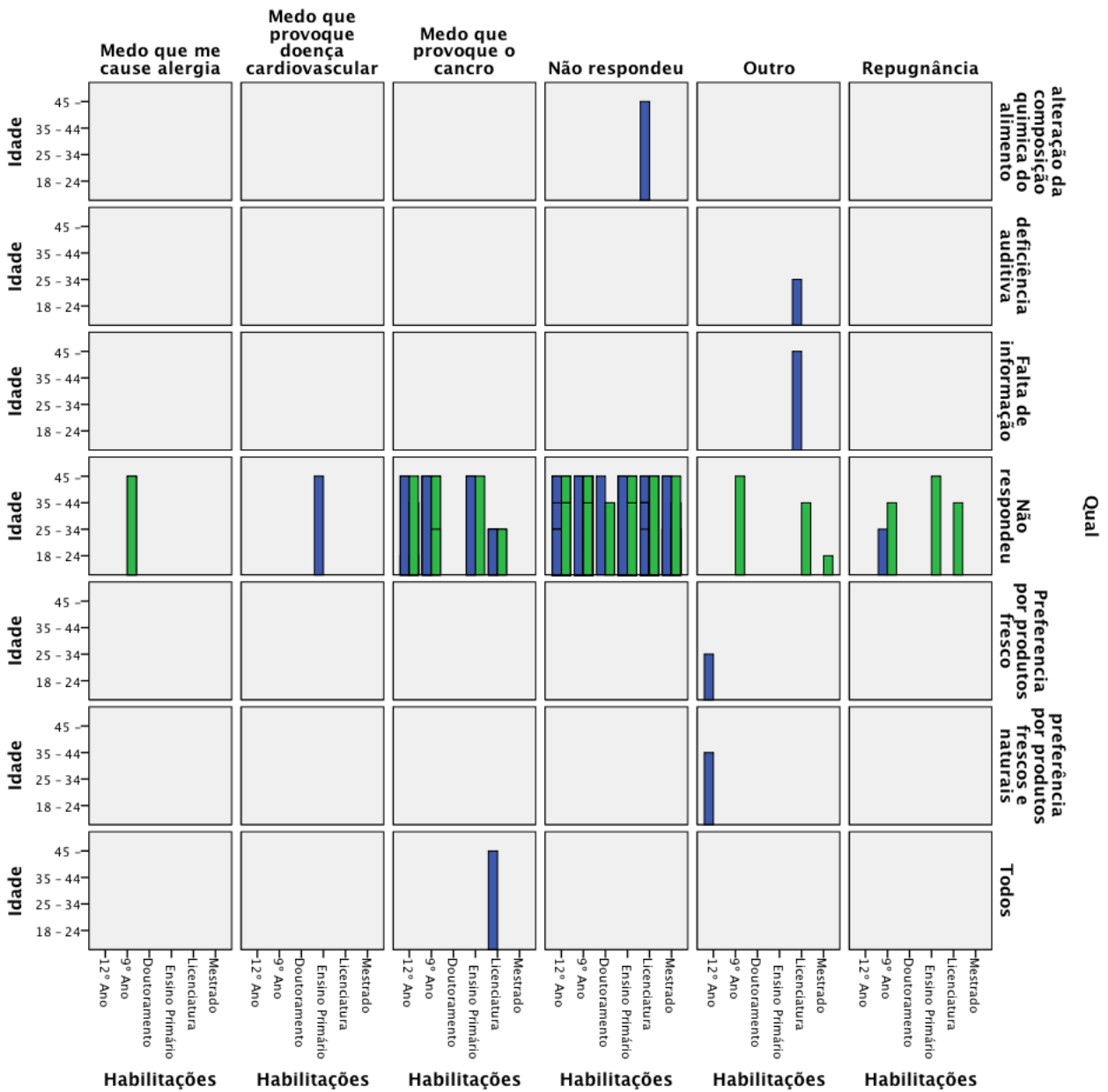
Desidratação Osmótica

Sexo
 ■ Feminino
 ■ Masculino



Ultrassons

Sexo
■ Feminino
■ Masculino



Radiação Ultravioleta

Sexo
■ Feminino
■ Masculino

