



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



Glicosinolatos e seus benefícios

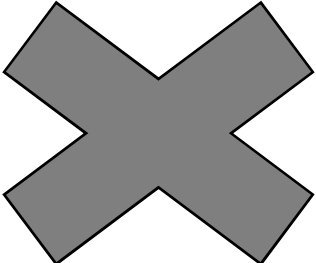
Aluna: Patricia Bachiega

Orientadora: Dr^a Jocelim Mastrodi Salgado

Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

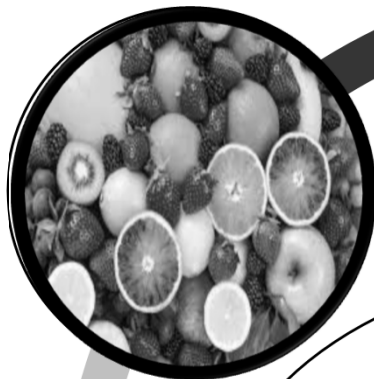
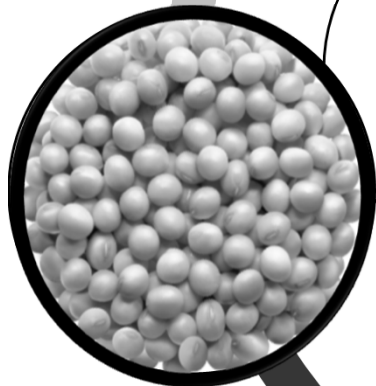
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição

Piracicaba, 03 de maio de 2017

Dieta  Doenças

- Final do século XX: mecanismo de compostos com potencial anticarcinogênico passou a ser estudado;
- Inicialmente: examinar correção entre incidência e orientação dietética;
- Surgiram as primeiras comprovações ...

Alimentos Funcionais

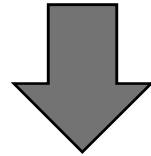


- **Gênero: *Brassica*;**
- **Família: *Brassicaceae* → ex-Cruciferae;**
- **Nome derivado da disposição cruciforme de suas pétalas;**
- **Grande importância econômica;**
- **Contém cerca de 340 gêneros e 3700 espécies;**
- **Consumidos em uma variedade de formas, tais como brotos, folhas, inflorescência, caules, raízes ou óleos extraídos de suas sementes.**

→ Elevado conteúdo de compostos benéficos à nossa saúde tais como:

- ❖ Compostos fenólicos;**
- ❖ Flavonoides;**
- ❖ Carotenoides (luteína e beta-caroteno);**
- ❖ Clorofila;**
- ❖ Vitaminas (A, C, E e K);**
- ❖ Sais minerais (cálcio, magnésio e potássio);**
- ❖ Fibras dietéticas;**
- ❖ Ácido fólico.**

São consideradas como um dos
únicos alimentos da dieta
humana com alto teor de
glicosinolatos



Benefícios à saúde

Glicosinolatos ...

- Nas plantas:
 - Papel protetor – defesa contra pesticidas naturais e herbívoros
- Nos alimentos:
 - Responsáveis pelo sabor amargo ou ácido característico
- No homem:
 - Produtos hidrolíticos e metabólicos atuam como agentes quimioprotetores (bloqueiam o surgimento de uma série de tumores).

Como surgiram os glicosinolatos?

→ Descoberta: ocorreu cerca 200 anos atrás;

→ Os primeiros:

1. sinigrina, isolada das sementes de mostarda preta (*Brassica nigra*)
2. sinalbina, isolada das sementes de mostarda branca (*Sinapis alba*);

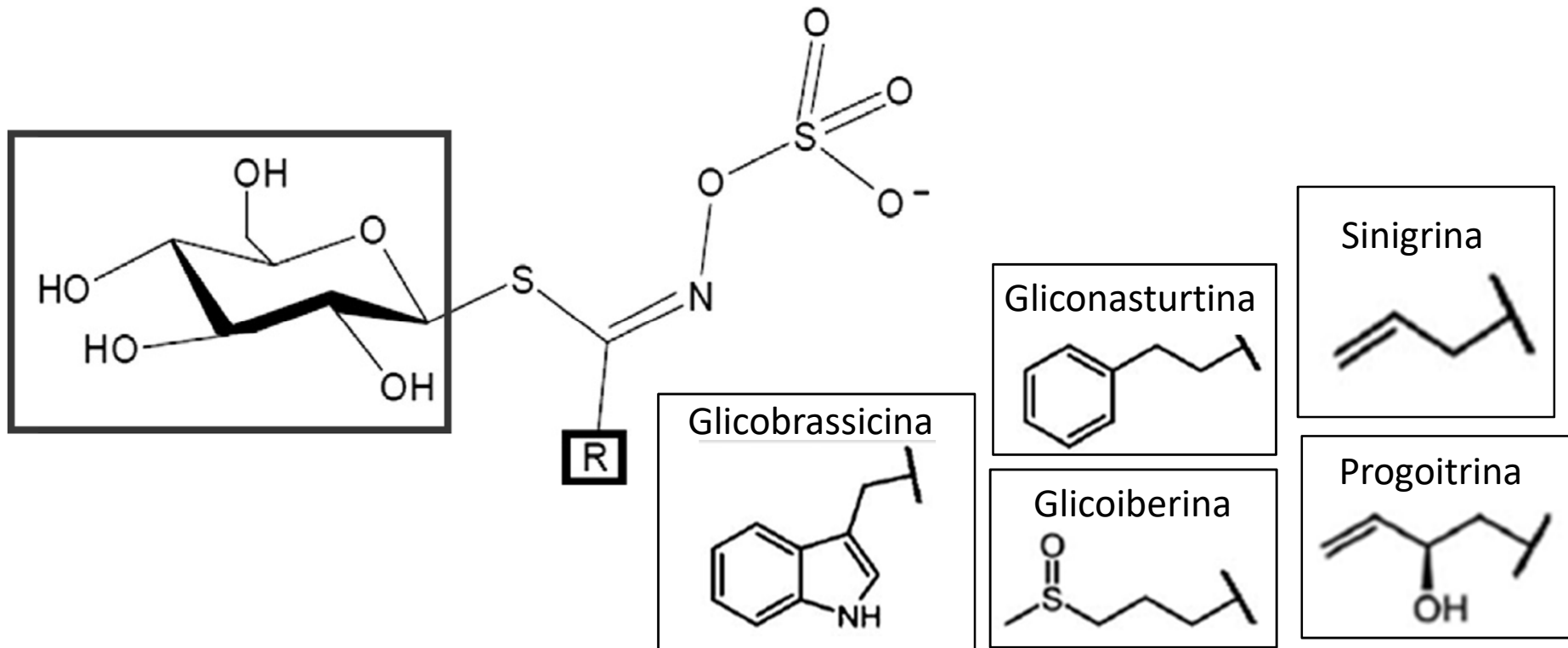
→ Nos anos seguintes descobriu-se a ação da “mirosina”, hoje conhecida como mirosinase;

→ Estrutura:

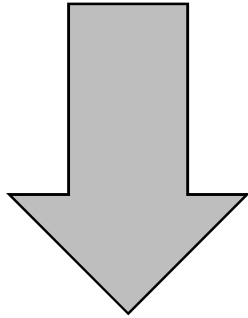
1. Gadamer em 1897: não explicava a ocorrência de subprodutos;
2. Ettlinger e Lundeen em 1956: definiram a nova estrutura dos glicosinolatos.

Glicosinolatos ...

- ✓ Metabólitos secundários ricos em enxofre;
- ✓ Variedade de estruturas químicas;
- ✓ Modificações na estrutura da sua cadeia lateral (R);
- ✓ Comum: a presença de um grupo β -D-tioglicose.



81%



16 tipos diferentes
de glicosinolatos

Glicorafanina

Glicoiberina

Sinigrina

Gliconapina

Glicoalissina

Progoitrina

Glicobrassicina

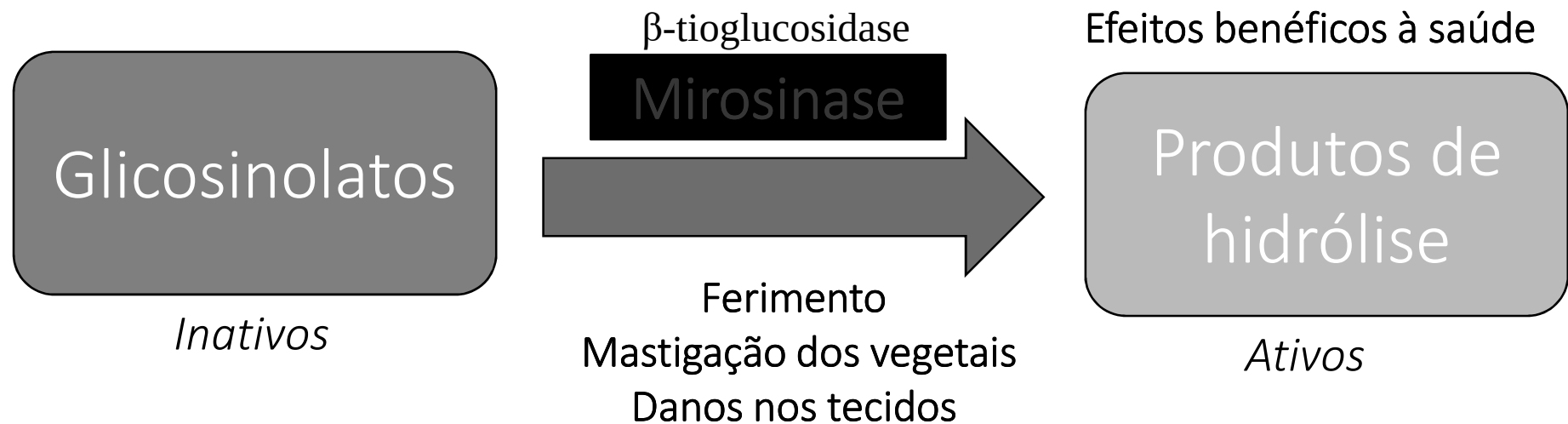
Gliconasturtina

Neoglicobrassicina

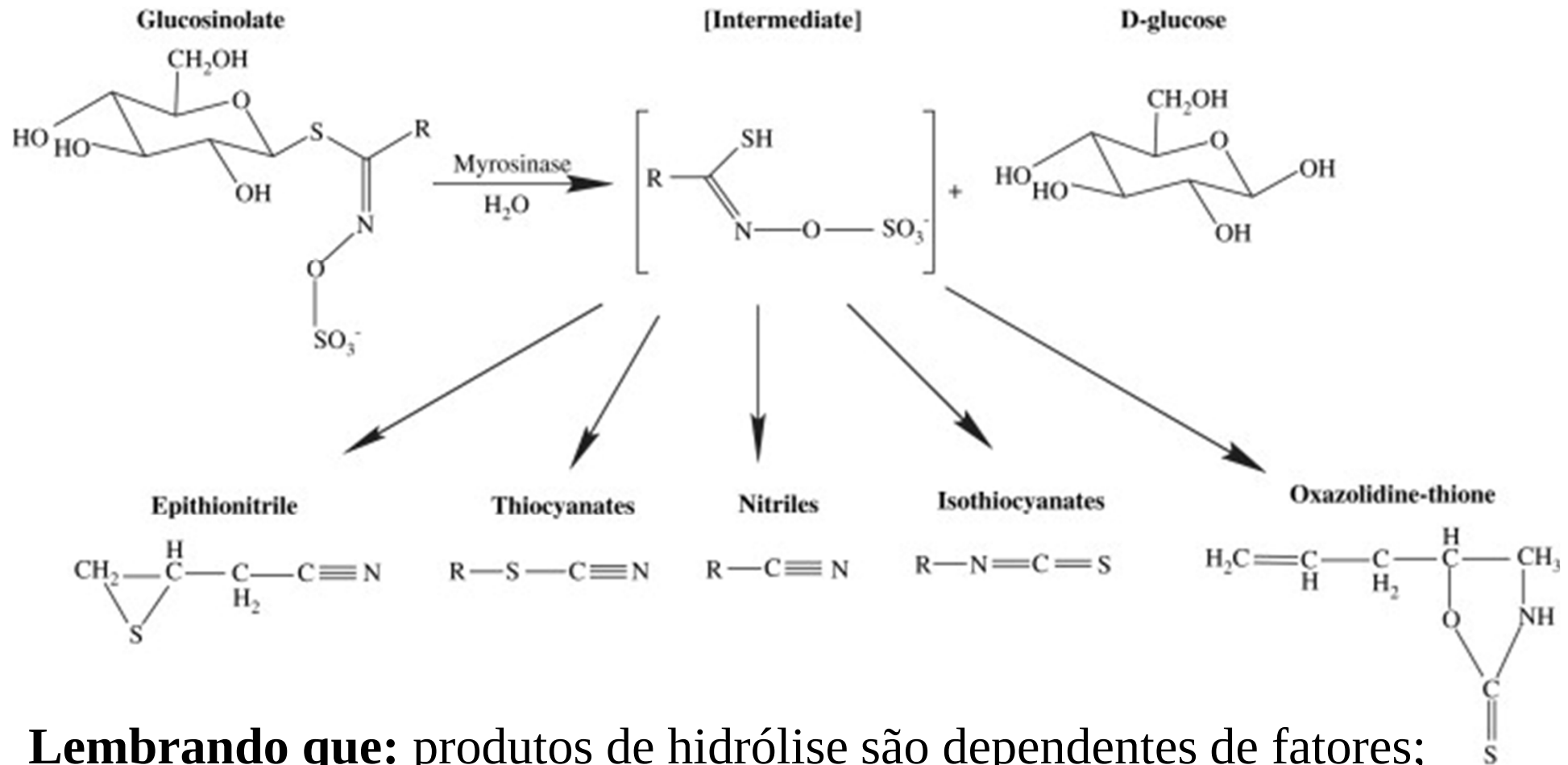
Biossíntese ...

- Derivados de aminoácidos tais como **metionina, triptofano ou fenilalanina**;
- Glicosinolatos indóis - triptofano;
- Alifáticos - metionina;
- Aromáticos - fenilalanina.

Compostos biologicamente inativos...



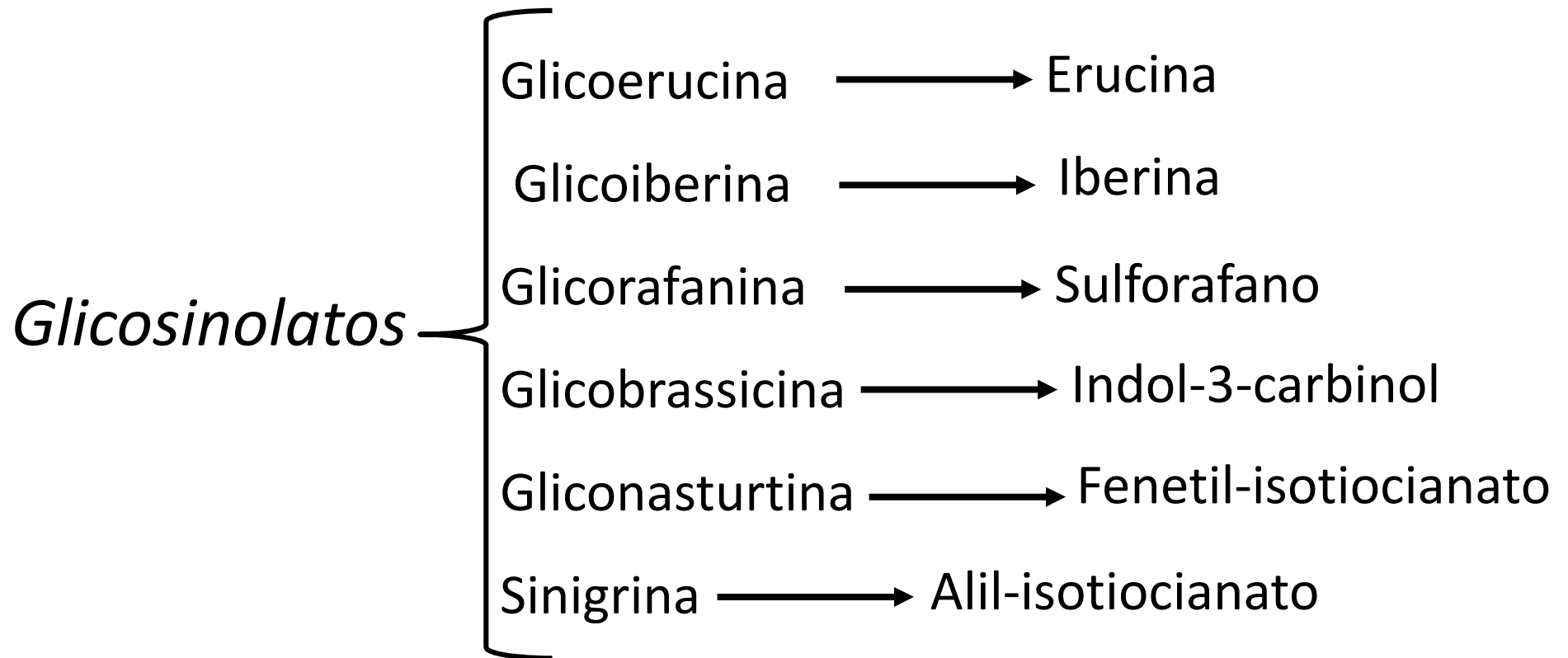
PRODUTOS DE HIDRÓLISE



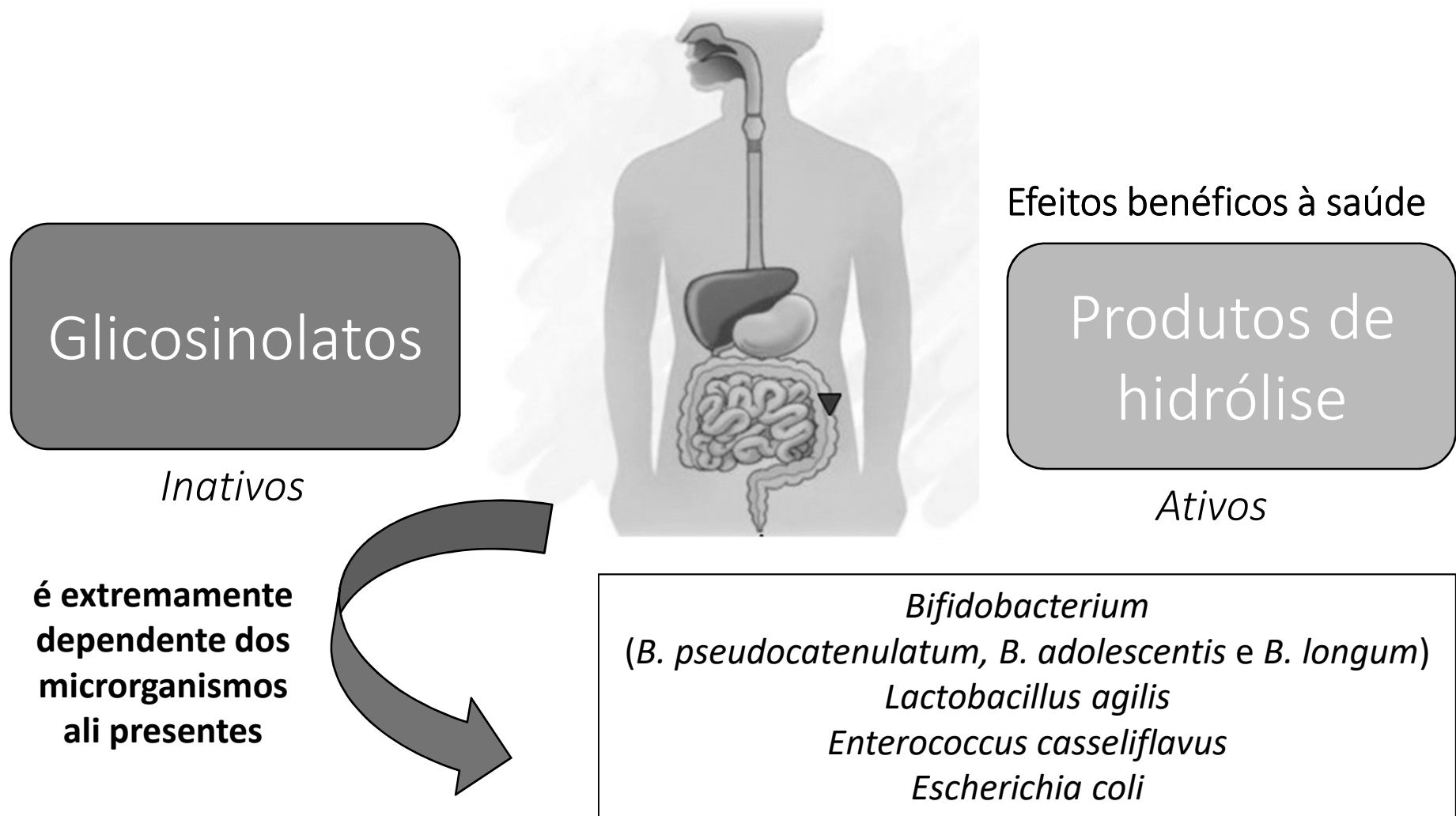
Lembrando que: produtos de hidrólise são dependentes de fatores;

- estrutura do glicosinato precursor
- condições em que a reação ocorre (**pH**).

PRODUTOS DE HIDRÓLISE

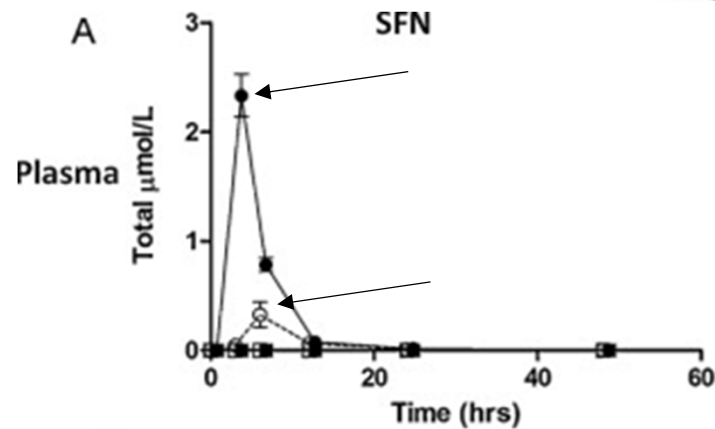


Compostos biologicamente inativos...

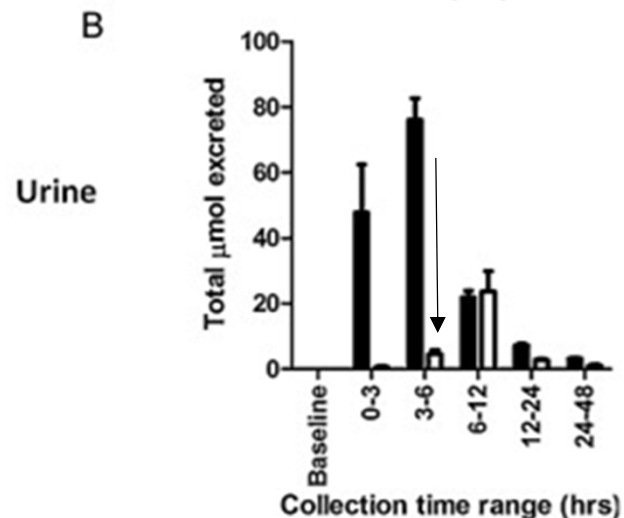


Luang-In et al. 2014

Suplementação ?



Brotos de brócolis → [plasmáticas] 7 vezes maior
Urina → 5 vezes maior



Motivo: mirosinase



Importante:
Cozimento e processamento!!

Métodos de cocção ...



- ✓ Sensibilidade à altas temperaturas;
- ✓ Inativação da mirosinase;
- ✓ Polares → lixiviação;



20 minutos
50-76% de perda
Tiwari et al. (2015)

15 minutos
68-69% de perda
Kapusta-Duch et al. (2016)

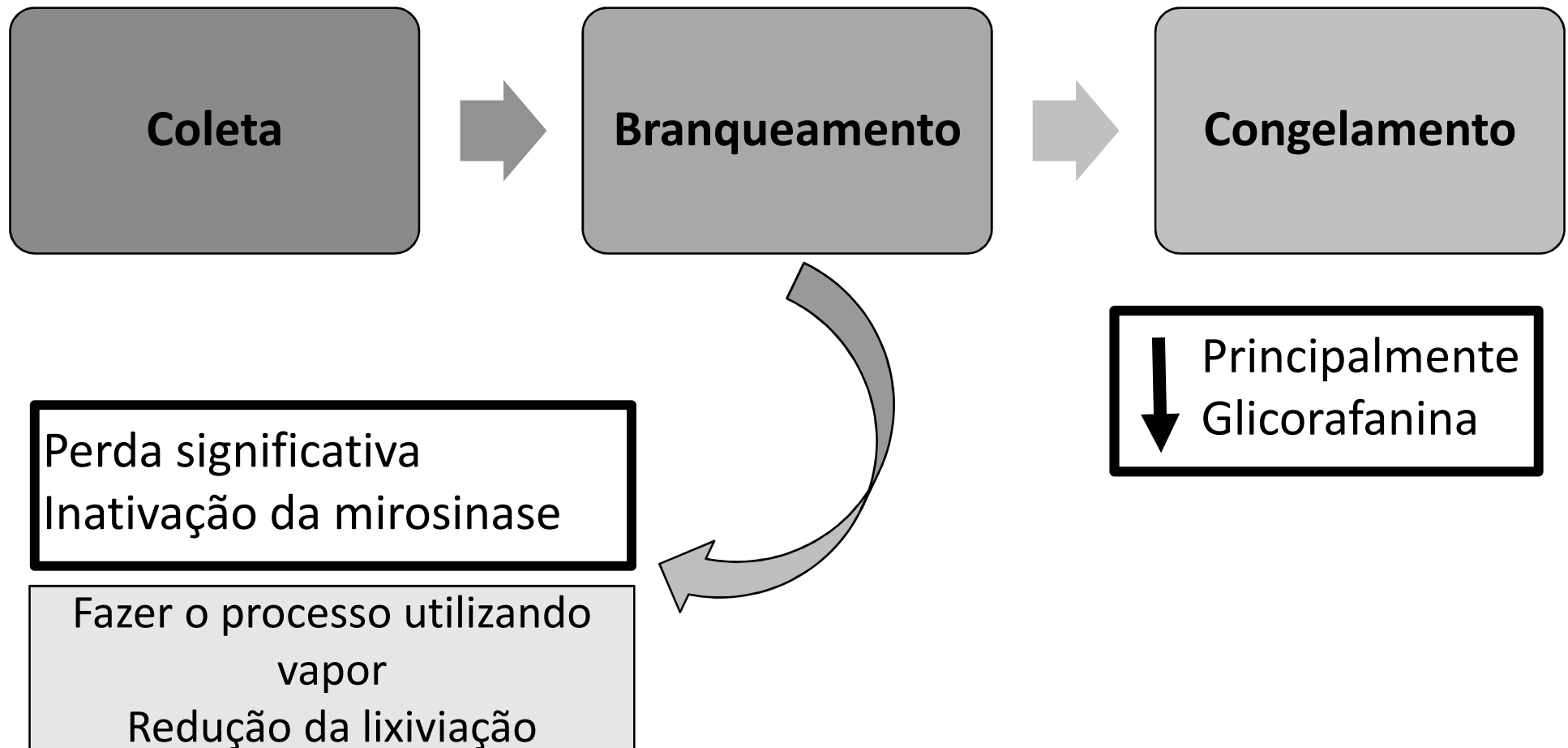
10 minutos
63% de perda
Giallourou et al. 2016

- ✓ Calor + água → modificação de atividade enzimática e degradação;
- ✓ Lixiviação significativa de glicosinolatos (80% das perdas);
- ✓ Aproveitamento da água de cozimento → sopas
- ✓ Glicosinolatos alifáticos e indol;
- ✓ Correlação entre perdas de glicosinolatos e tempo de cozimento;
- ✓ Inativação da mirosinase → > 3 minutos (Tiwari et al. 2015)



- ✓ Menores perdas dos compostos
- ✓ 2 ou 5 minutos → maior taxa de retenção dos compostos;
- ✓ Casos de aumento no conteúdo desses compostos (à vapor);
- ✓ Não ocorre lixiviação;
- ✓ Calor → desintegração celular;
- ✓ Melhor: cozimento à vapor;
- ✓ Tempo ideal: 2-3 minutos!

Comprar congelado?



Armazenamento ...



Temperatura
ambiente
(12 e 22 °C)

**Não houve
diminuição
significativa
7 dias**



4–8 °C

**Redução
3 dias → pequenas
7 dias → 11-27%**



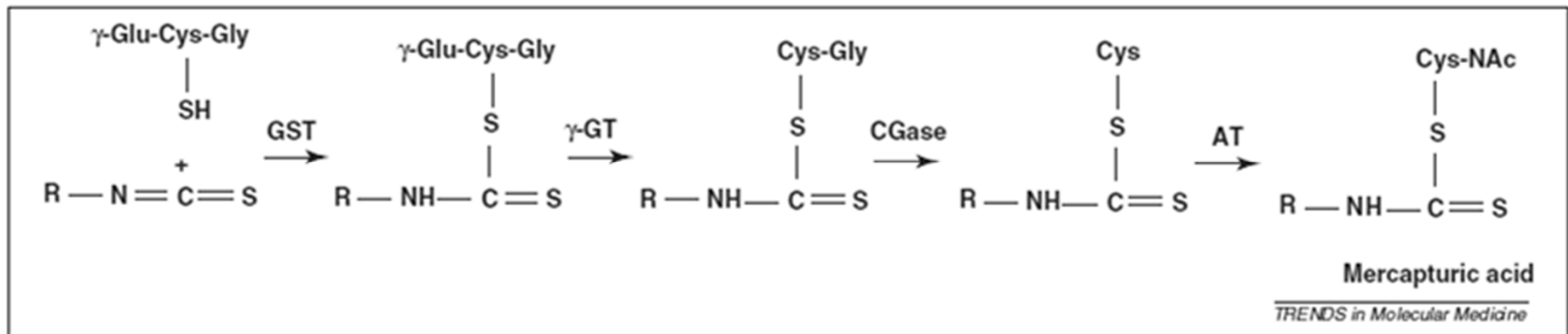
-85 °C

**Redução
33%**

METABOLISMO

→ Via do ácido mercaptúrico;

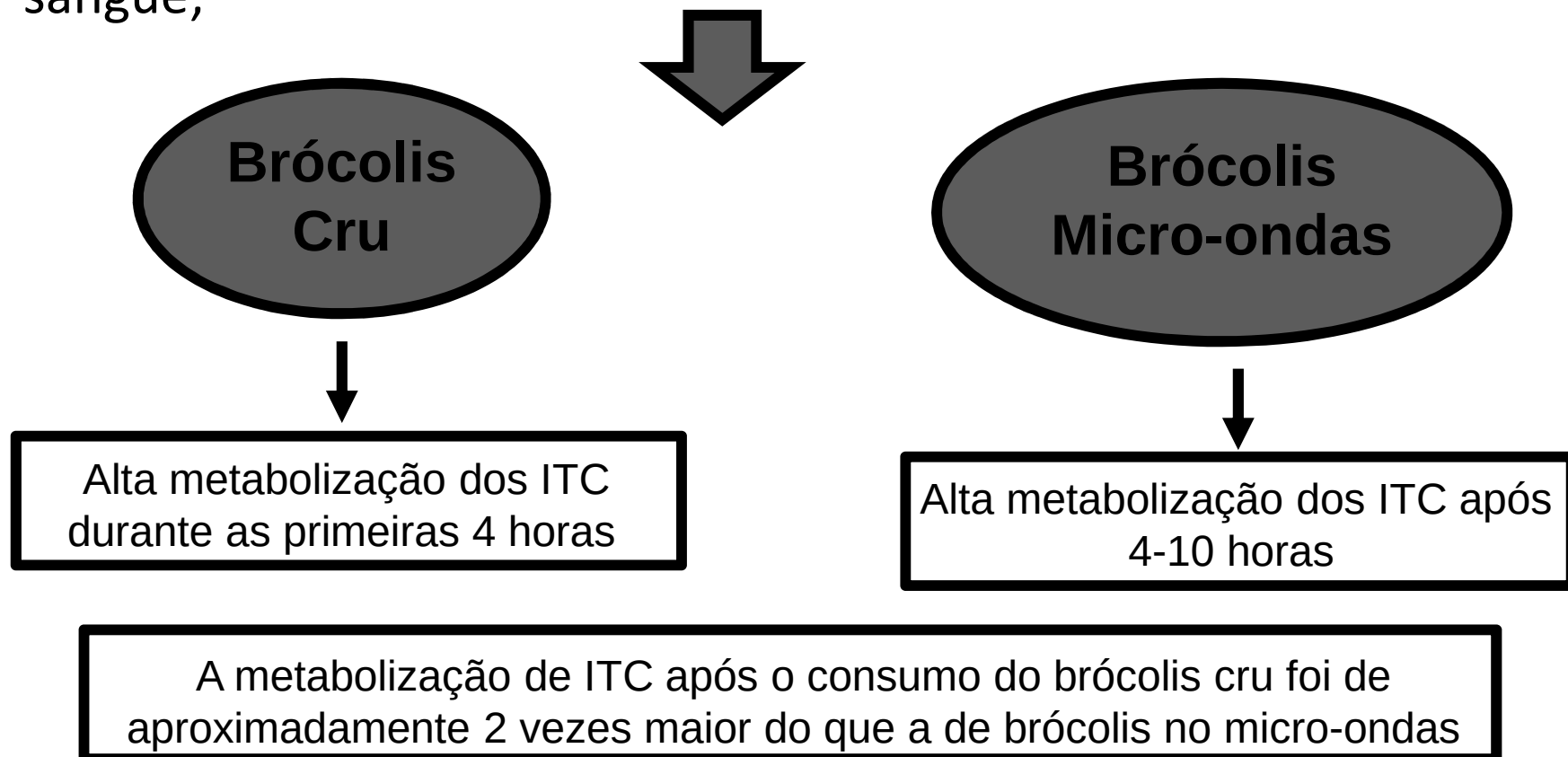
1. Conjugação da glutathiona catalisada pela glutathiona transferase (GST);
2. Clivagem sucessiva do resíduo γ -glutamil por γ -glutamilttransferase;
3. Remoção da glicina por citeinilglicinase;
4. N-acetilação por N-acetiltransferases;
5. Origina a N-acetilcisteína (conjugados de ác. Mercaptúrico)



→ Urina humana cerca de 2 a 3 horas;

METABOLISMO

- Indivíduos: consumiram 200 g de brócolis cru ou cozido no micro-ondas;
- Quantificação do total de isotiocianatos (ITC) na urina e no sangue;



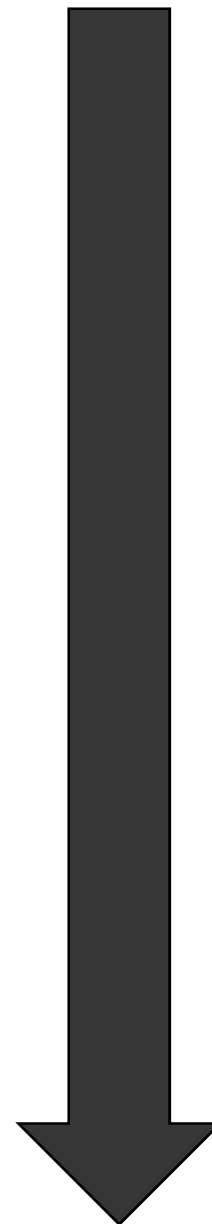


*Elevada produção de resíduos
Folhas + caule → 70% do peso total do brócolis*

Composição bioativa semelhante

*Inflorescências → 585 $\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria seca
Folhas → 420 $\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria seca
Caules → 229 $\mu\text{g g}^{-1}$ de matéria seca*

Redução do risco ...



Doenças
Cardiovasculares

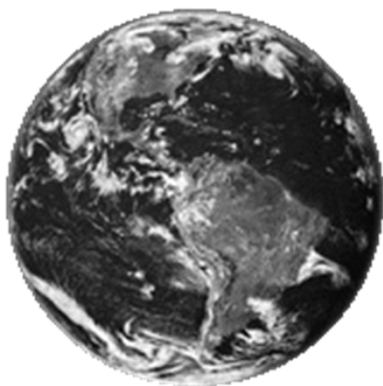
Demência

Degeneração
macular

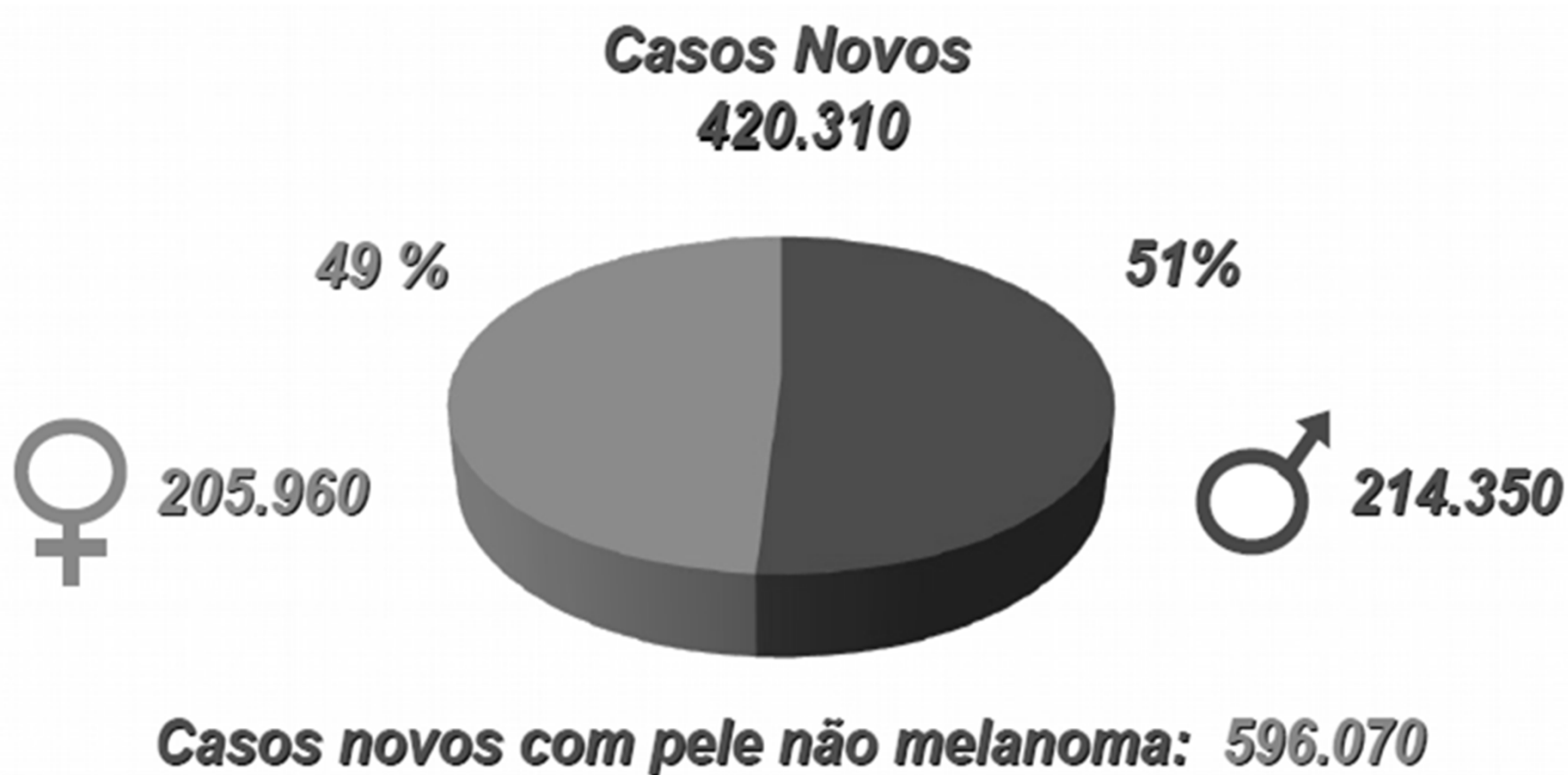
Diabetes tipo II

Obesidade

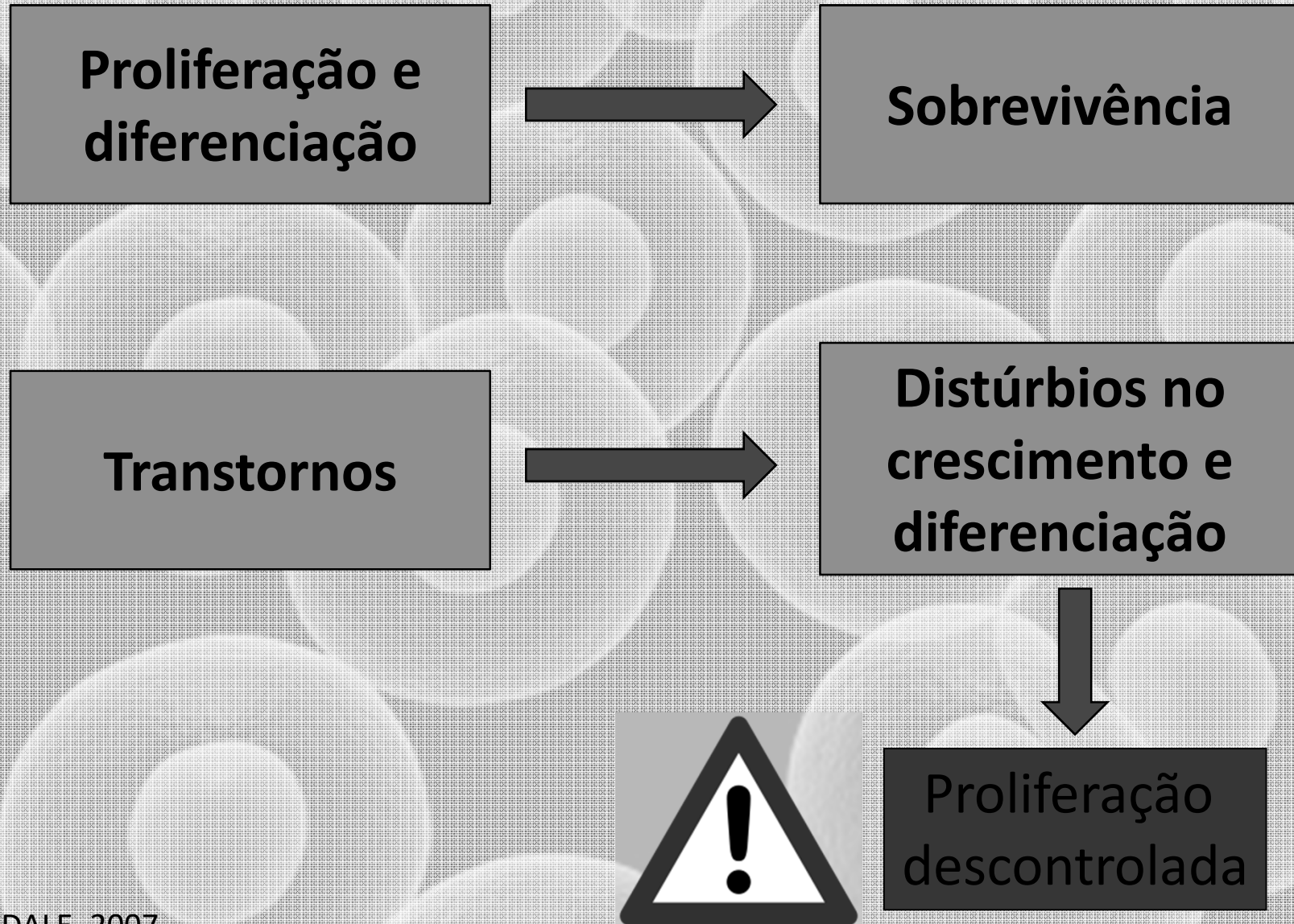
Câncer



Relatório Mundial do Câncer 2014
22 milhões nos próximos 20 anos

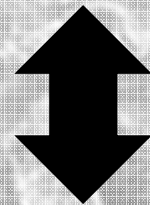


Surgimento ...



Câncer ...

Acúmulo de diversas
mutações



- Crescimento desordenado (maligno) de células que invadem os tecidos e órgãos
- Espalhar (metástase) para outras regiões do corpo através de vasos linfáticos e sanguíneos

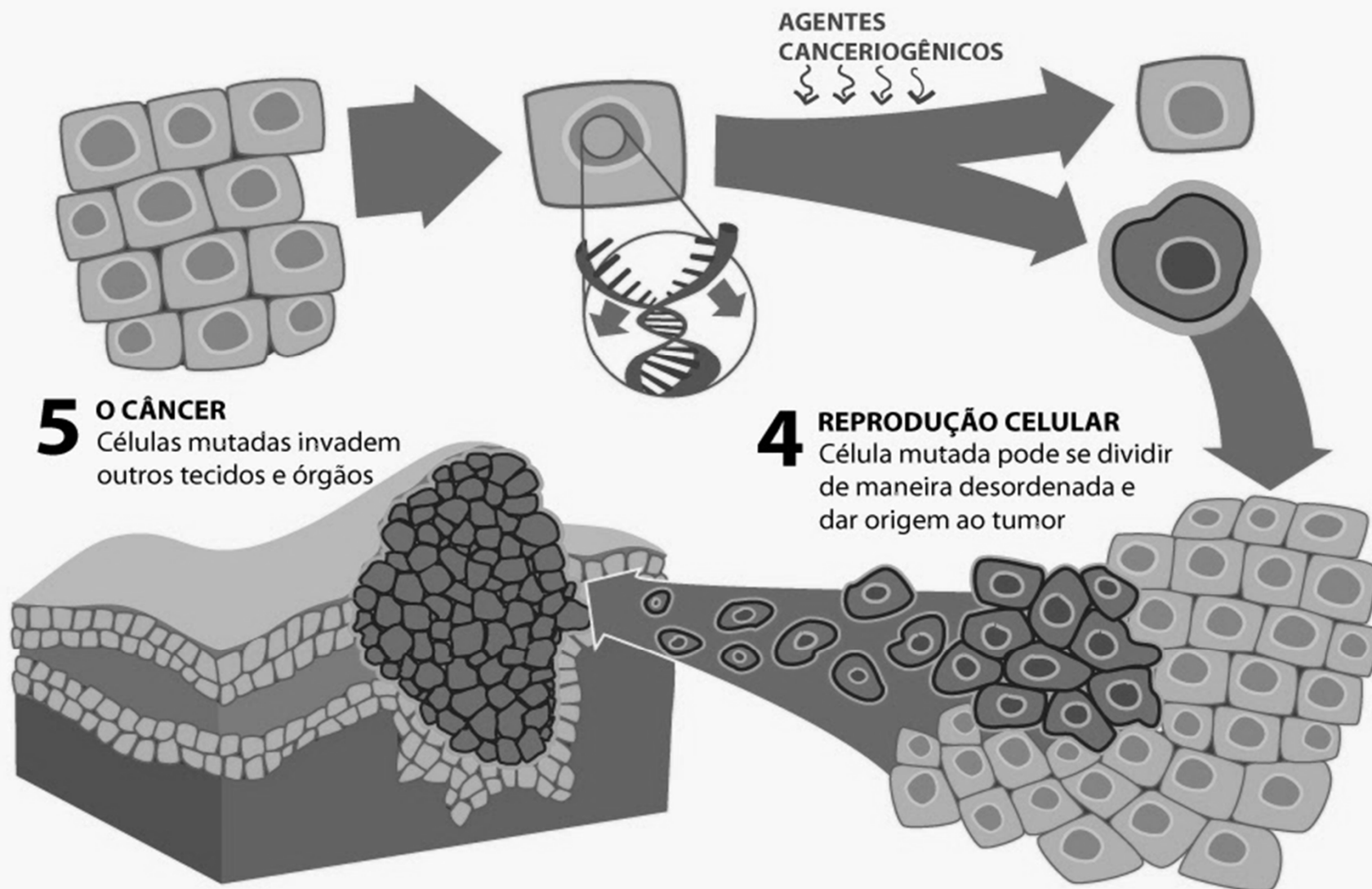
Carcinogênese ou oncogênese

- Iniciação
- Promoção
- Progressão

1 CÉLULAS NORMAIS
Formam tecidos e órgãos

2 DIVISÃO CELULAR
Células normais crescem, se reproduzem (duplicação de DNA) e morrem

3 CÉLULA MUTADA
Célula normal pode sofrer alteração no material genético (DNA)



“Hallmarks” do câncer...



Causa?



Ex



ternas



de vida



genômicas ou

comótiões



*Qual papel dos
isotiocianatos?*

Mecanismo de ação ...

- ✓ Primeiros estudos: 1960 e 1970;
- ✓ Atuam em diferentes vias;

Inibição da
proliferação

Paralisação
do ciclo
celular

Apoptose

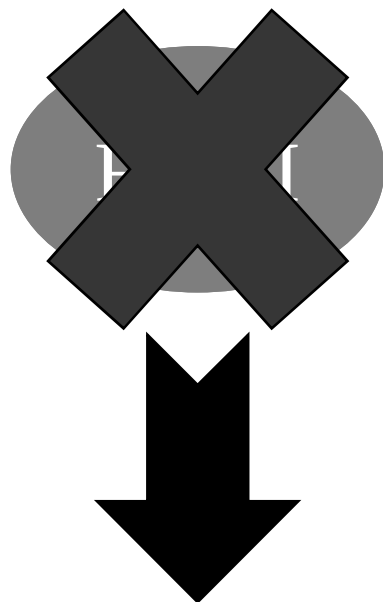
Enzimas
citoprotetoras

Indução da
autofagia

Atividade anti-
inflamatória

Potencial anti-
angiogênico

Potencial anti-
metástase



Oxidação de compostos
polares → produtos
intermediários reativos →
danos ao DNA

Mecanismo de ação ...



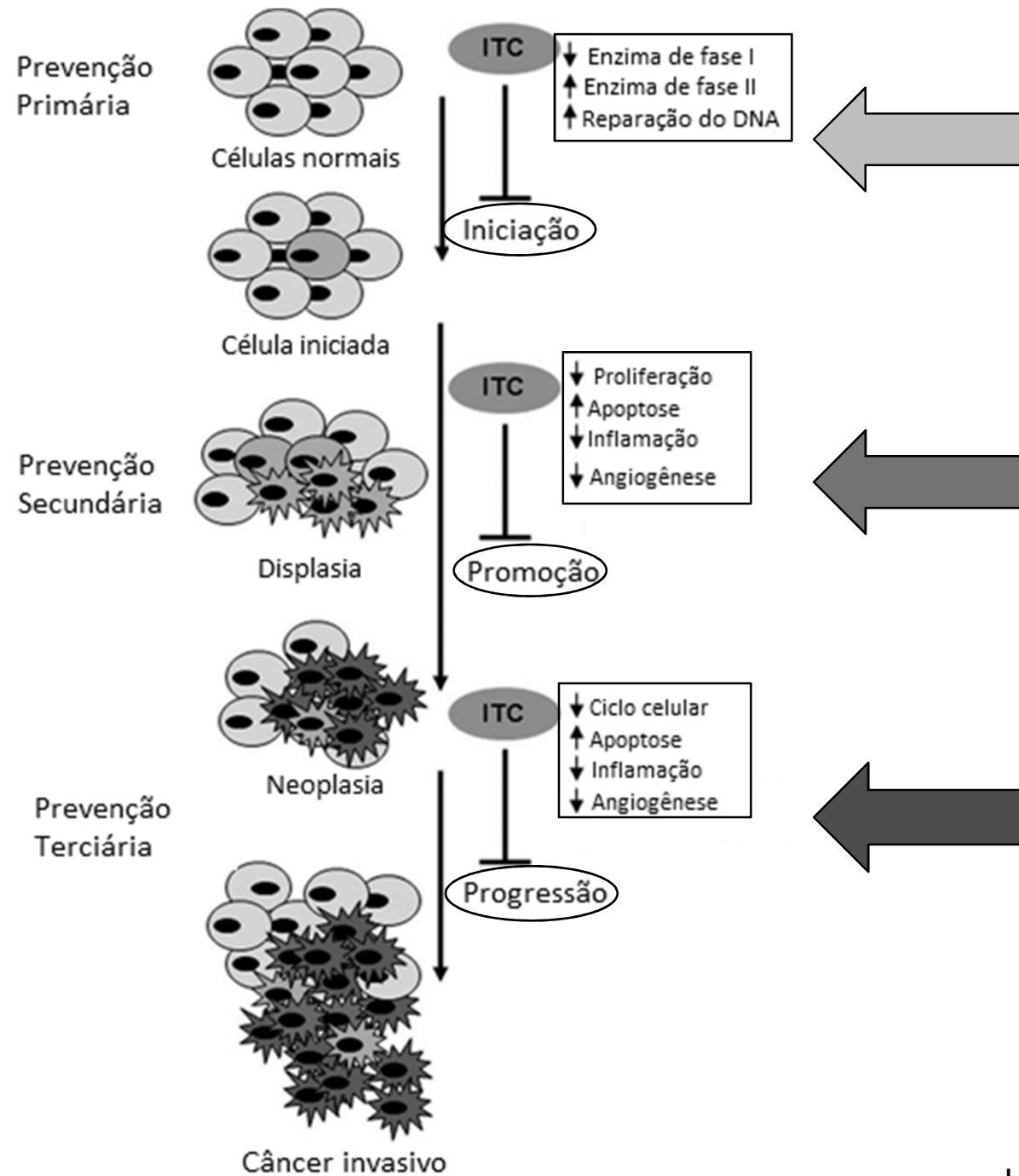
modulação das
enzimas de
fase I e II

Conversão de espécies
reativas de oxigênio
em metabólitos inativos

expressão de 500 genes
que codificam a metabolização
de drogas e respostas
antioxidantes e anti-inflamatórias

**Via do
Nrf2**

Glutathione-S-transferase



Diferentes tipos de câncer...



Indol-3-carbinol e fenetil isotiocianato



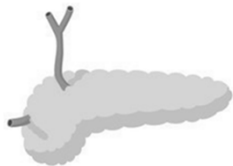
*Fenetil isotiocianatos, benzil isotiocianatos,
indol-3-carbinol e sulforafano*



Brassinina e sulforafano



*Sulforafano, fenetil isotiocianato, benzil isotiocianatos,
erucina e alil isotiocianato*



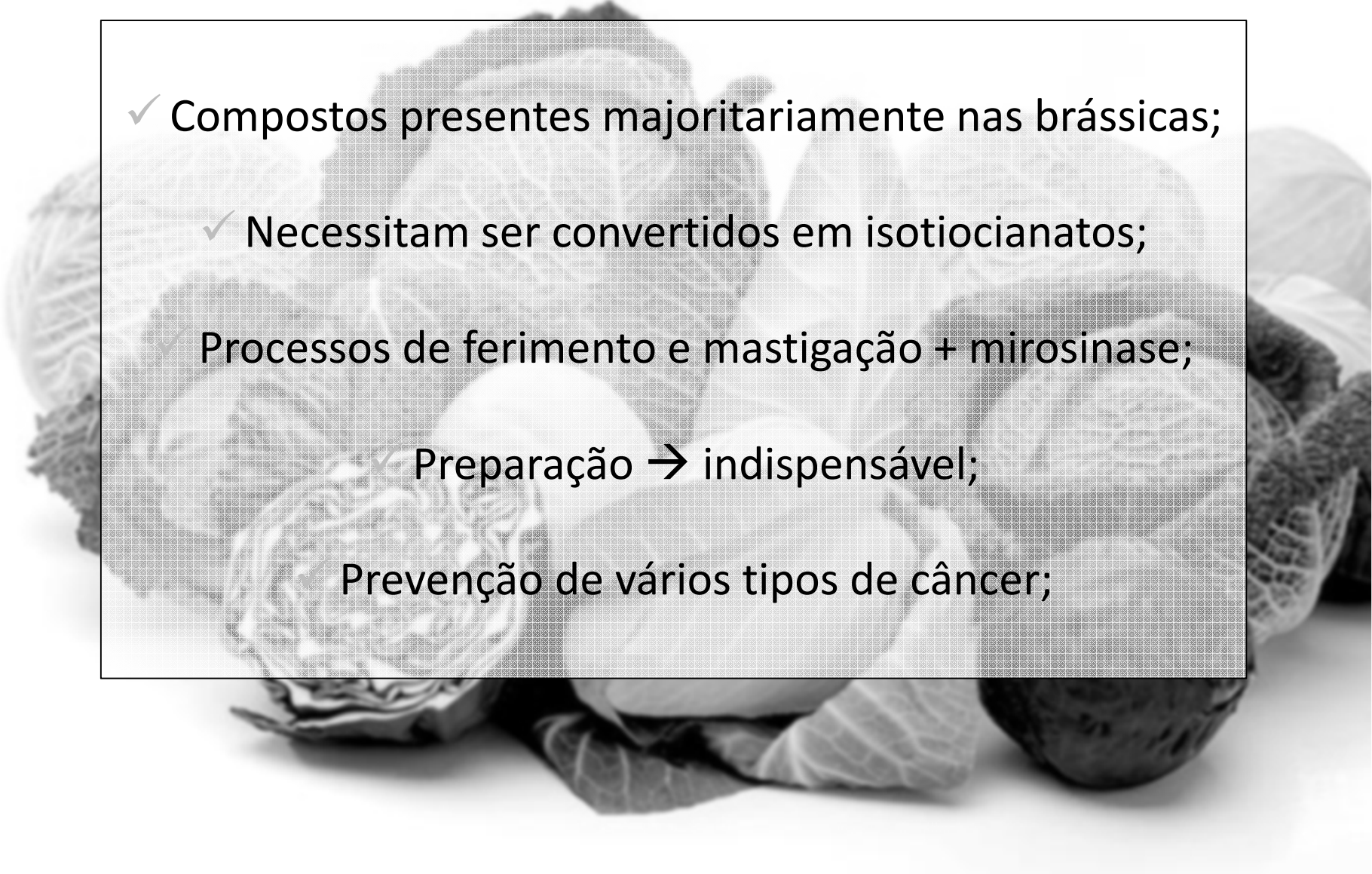
Sulforafano

RECOMENDAÇÃO SOBRE CONSUMO

- Não foram estabelecidas recomendações específicas;
- No entanto, resultados de alguns estudos epidemiológicos sugerem o consumo de pelo menos cinco porções semanais.



Conclusões ...

- 
- ✓ Compostos presentes majoritariamente nas brássicas;
 - ✓ Necessitam ser convertidos em isotiocianatos;
 - ✓ Processos de fermento e mastigação + mirosinase;
 - ✓ Preparação → indispensável;
 - ✓ Prevenção de vários tipos de câncer;