

## 4

### Apresentação e discussão dos resultados

Neste capítulo apresentaremos os gráficos referentes aos resultados das seções de choque de ionização múltipla (SCIM) calculadas nesta dissertação para cada átomo-alvo. As seções de choque foram obtidas a partir da Eq.2-2 usando as probabilidades discutidas no capítulo 3. Apresentaremos também as discussões destes resultados. Em cada seção serão apresentados os gráficos e as discussões referentes a cada um dos átomos estudados. No que segue, as razões percentuais apresentadas nas Tabs. 4-1 a 4-5 são definidas como:

$$(R_{i,j})_{VS} = \frac{(\sigma_{V_i})_{VS} - (\sigma_{V_j})_{VS}}{(\sigma_{V_j})_{VS}} \quad (4-1)$$

$$(R_{i,j})_{VD} = \frac{(\sigma_{V_i})_{VD} - (\sigma_{V_j})_{VD}}{(\sigma_{V_j})_{VD}} \quad (4-2)$$

$$(R_{i,i})_{VS,VD} = \frac{(\sigma_{V_i})_{VD} - (\sigma_{V_i})_{VS}}{(\sigma_{V_i})_{VS}} \quad (4-3)$$

$$(R_{i,j})_K = \frac{(\sigma_{V_i})_{VS}^K - (\sigma_{V_j})_{VS}^K}{(\sigma_{V_j})_{VS}^K} \quad (4-4)$$

$$(R_{i,i})_{K,M} = \frac{(\sigma_{V_i})_{VS}^M - (\sigma_{V_i})_{VS}^K}{(\sigma_{V_i})_{VS}^K} \quad (4-5)$$

Onde  $i$  e  $j$  são as versões que serão utilizadas na razão percentual, VS e VD representam os valores sugeridos por Montanari *et al* [14] e os valores distintos destes, respectivamente, retirados da Tab.3.1, os índices K e M indicam que foram utilizadas as probabilidades oriundas do BGM [23] e PWBA [14], respectivamente. Os índices K e M foram utilizados somente nos cálculos das razões percentuais para os gases Ne e Ar.

## 4.1

### Resultados para o átomo de Ne

Para o átomo de Ne apresentaremos três gráficos que são referentes aos resultados dos cálculos para os três graus de ionização estudados do Ne (Fig.4.1 a 4.3) e um gráfico referente à comparação entre cada versão apresentada na Sec. 3.3.2 para cada grupo de dados pós-colisionais retirados da Tab. 3.1 (Fig.4.4).

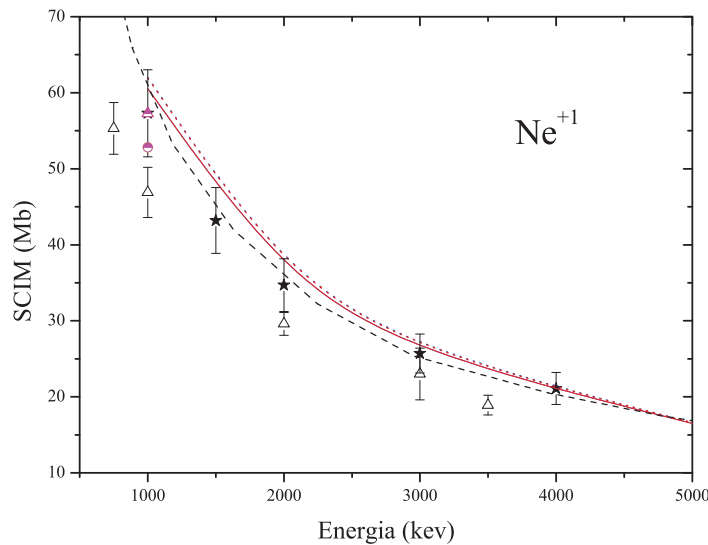


Figura 4.1: Seções de choque de ionização simples do Ne. Dados experimentais: triângulos vazios, Cavalcanti *et al*[12]; estrelas cheias, DuBois *et al*[3]. Resultados teóricos: linha tracejada, PWBA Montanari *et al*[14]. Resultados deste trabalho: círculo metade azul/branco e triângulo metade azul/branco, versões 1 e 4, respectivamente, com  $p_i(b)$  do método BGM [23]; linhas cheia e tracejada em azul, versões 1 e 4, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; linhas cheia e tracejada em vermelho, versões 1 e 4, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais na Tab. 3.1 distintos dos sugeridos por Montanari *et al* [14].

Os cálculos realizados por Montanari *et al* [14] usando a PWBA, levam em conta as probabilidades pós-colisionais selecionadas e que estão em negrito na Tab. 3.1.

#### 4.1.1

##### Discussão dos resultados para o átomo de Ne.

Os gráficos mostram diferenças entre as curvas para as versões 1 e aquelas para as versões 4 na região de baixas energias. À medida que a energia aumenta, as curvas para as duas versões tendem a coalescer. Isto indica que, para a

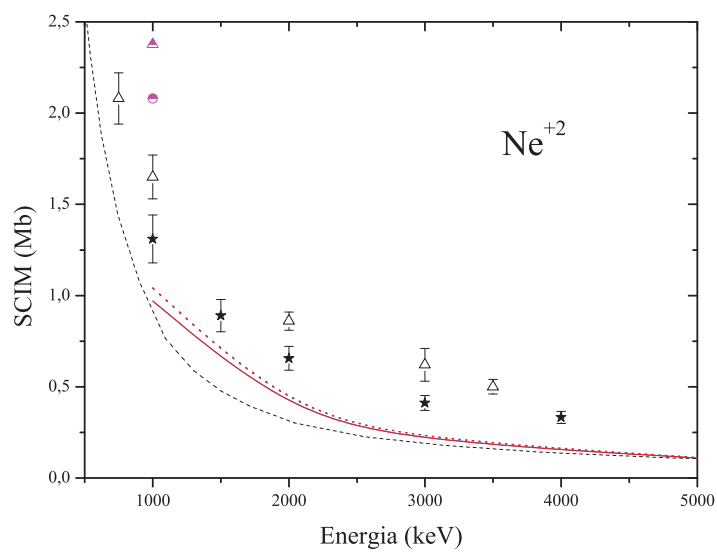


Figura 4.2: Seções de choque de ionização dupla do Ne. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.1.

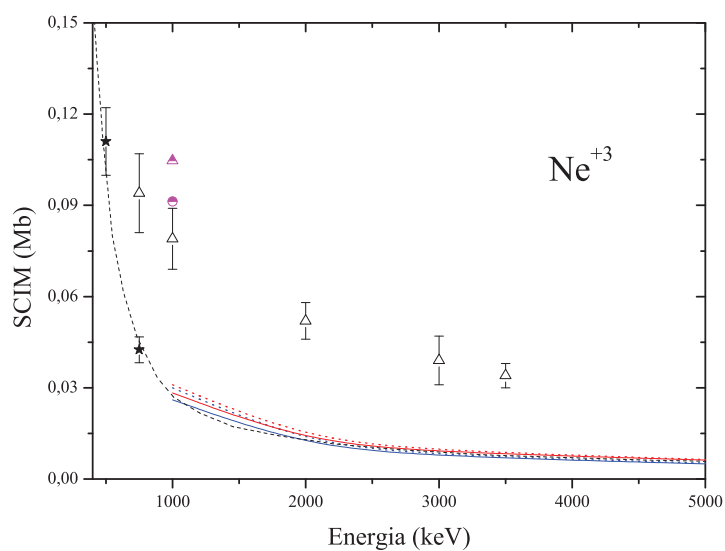


Figura 4.3: Seções de choque de ionização tripla do Ne. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.1.

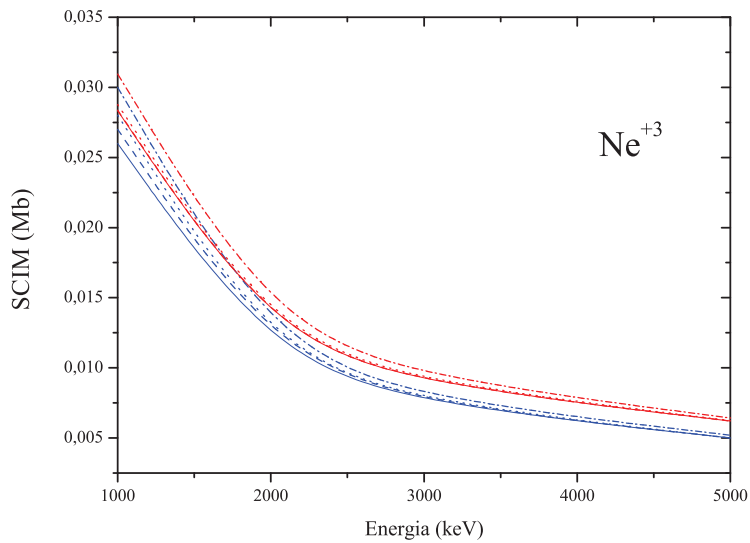


Figura 4.4: Seções de choque de ionização tripla do Ne onde são apresentadas as versões de 1 a 4. Linhas cheia, tracejada, ponto e traço-ponto, todas em azul, versões 1, 2, 3 e 4, respectivamente, com as probabilidades pós-colisionais que estão em negrito na Tab. 3.1 sugeridos por Montanari *et al* [14]; Linhas cheia, tracejada, ponto e traço-ponto todas em vermelho, versões 1, 2, 3 e 4, respectivamente, com os pós-colisionais que estão na Tab. 3.1 distintas das sugeridas por Montanari *et al* [14].

Tabela 4.1: Razões percentuais entre os valores das seções de choque para a ionização múltipla em cada estado final de carga do átomo de Ne para as probabilidades de ionização calculadas na PWBA e no BGM na energia de 1 MeV.

q	$(R_{1,4})_{VS}$	$(R_{1,4})_{VD}$	$(R_{1,1})_{VS,VD}$	$(R_{4,4})_{VS,VD}$	$(R_{1,4})_K$	$(R_{1,1})_{K,M}$	$(R_{4,4})_{K,M}$
+1	2,4	2,2	0	0,0	14,6	8,2	8,4
+2	7,2	7,6	0	0,0	-53,4	-56,2	4,2
+3	15,4	9,2	9,0	3,2	-70,4	-71,3	14,7

região de baixas energias, o fator mais importante a ser levado em conta é a participação significativa das camadas mais internas na ionização.

Foram calculadas razões percentuais entre as seções de choque obtidas na energia de 1 MeV (Tab.4.1). Nas ionizações simples e dupla, Figs. 4.1 e 4.2, as razões percentuais entre a versão 1 e 4 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* foram de 2,4% e 7,2% respectivamente. Para as probabilidades pós-colisionais com valores distintos dos sugeridos por Montanari *et al* as razões percentuais entre a versão 1 e 4 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV foram de 2,2% e 7,6% para a ionização simples e dupla respectivamente. Não há diferenças entre as razões percentuais para a ionização simples e dupla na versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e na versão 1 com valores distintos dessas probabilidades a 1 MeV. As razões percentuais para a versão 4 obtemos 0,16% e 0,34% para a ionização simples e dupla, respectivamente, sendo que para a última o maior valor foi devido à probabilidade distinta da sugerida por Montanari *et al*. Os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram abaixo dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 1% para a versão 2 e acima 7% para a versão 4 na ionização simples. Na ionização dupla os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram acima dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 53% para a versão 2 e 56% para a versão 4. Foi utilizada a versão 2 no caso do BGM, pois não foi cedido para a execução dos cálculos desta dissertação, as probabilidades  $p_{1s}(b)$  que fazem parte da versão 1.

No caso da ionização tripla, Fig. 4.3, é observado que, para a região de baixas energias tanto a diferença entre as versões 1 e 4 como a diferença devida à escolha de diferentes valores de probabilidades pós-colisionais tornam-se significativas. As razões percentuais entre a versão 1 e 4 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* e as probabilidades distintas dessas foram de 15,4% e 9,2% respectivamente. As razões percentuais para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 2 com valores distintos dessas probabilidades a 1 MeV é de 9,0%. A razão percentual para a versão 4 com os valores de probabilidades pós-colisionais distintos dos sugeridos por Montanari *et al* e a versão 4 com valores sugeridos por Montanari *et al* a 1 MeV é de 3,2%. Os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram acima dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 70% para a versão 2 e 71% para a versão 4.

Na Fig. 4.1 observa-se que, para baixas energias, as diferenças entre os valores das versões de 1 a 4 utilizando as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al*, são maiores do que as diferenças entre os valores das versões de 1 a 4 utilizando valores distintos dos sugeridos por Montanari *et al*.

## 4.2 Resultados para o átomo de Ar

Para o átomo de Ar apresentaremos quatro gráficos que são referentes aos resultados dos cálculos para os quatro graus de ionização estudados (Figs.4.5 a 4.8) e um gráfico referente à comparação entre cada versão apresentada na Sec. 3.4.2 para cada grupo de dados pós-colisionais retirados da Tab. 3.1 (Fig.4.9).

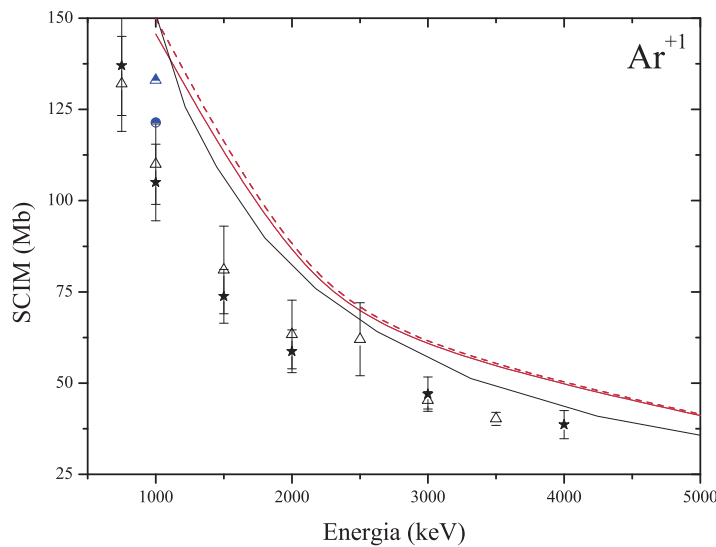


Figura 4.5: Seções de choque de ionização simples do Ar. Dados experimentais: triângulos vazios, Cavalcanti *et al*[12]; estrelas cheias, DuBois *et al*[3]. Resultados teóricos: linha cheia em preto, PWBA Montanari *et al*[14]. Resultados deste trabalho: círculo azul/branco e triângulo azul/branco, versões 1 e 5, respectivamente, com  $p_i(b)$  do método BGM [23]; linhas cheia e tracejada em azul, versões 1 e 5, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; linhas cheia e tracejada em vermelho, versões 1 e 5, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais na Tab. 3.1 distintas das sugeridas por Montanari *et al* [14].

### 4.2.1

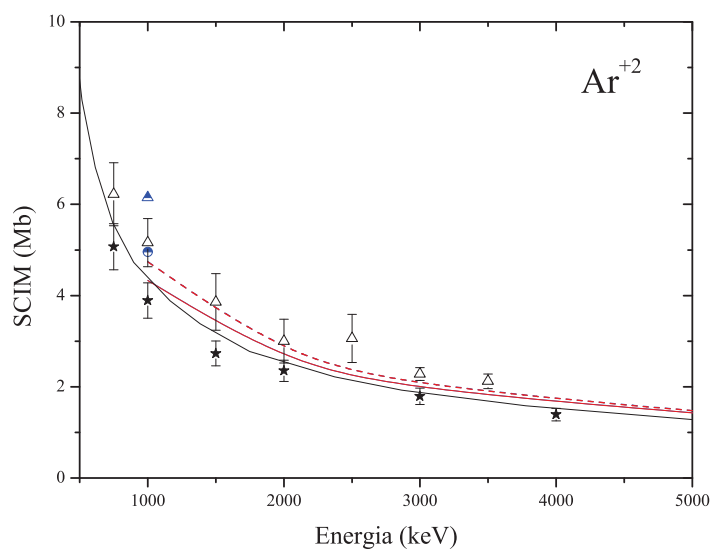


Figura 4.6: Seções de choque de ionização dupla do Ar. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.5.

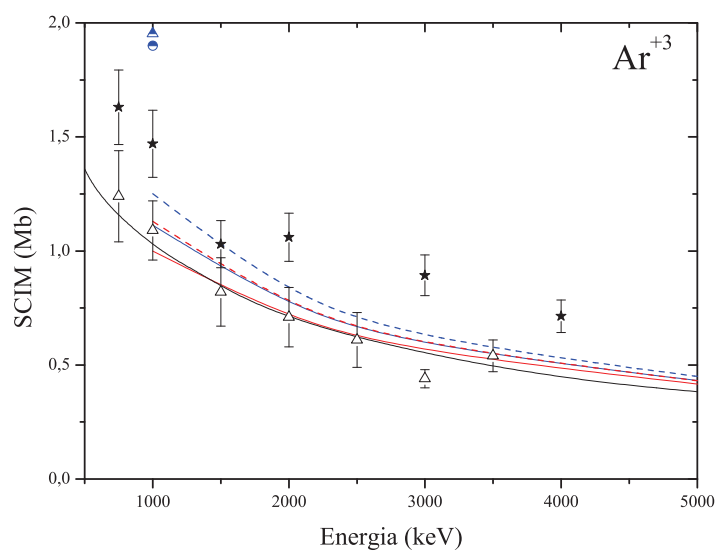


Figura 4.7: Seções de choque de ionização tripla do Ar. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.5.

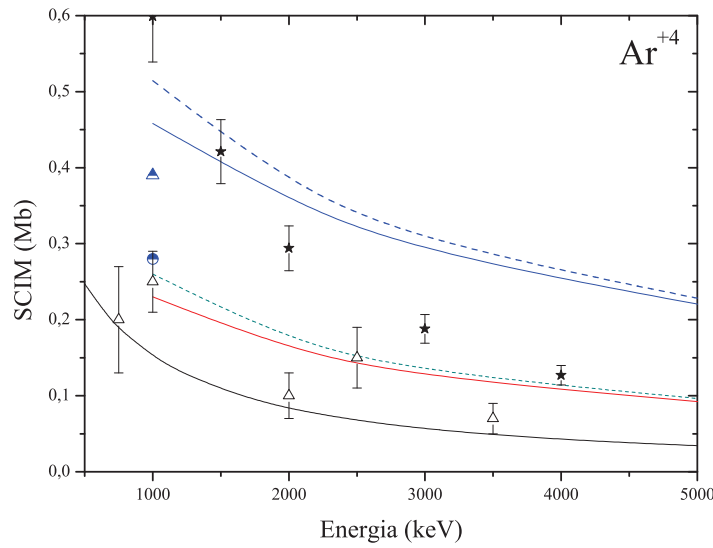


Figura 4.8: Seções de choque de ionização quádrupla do Ar. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.5.

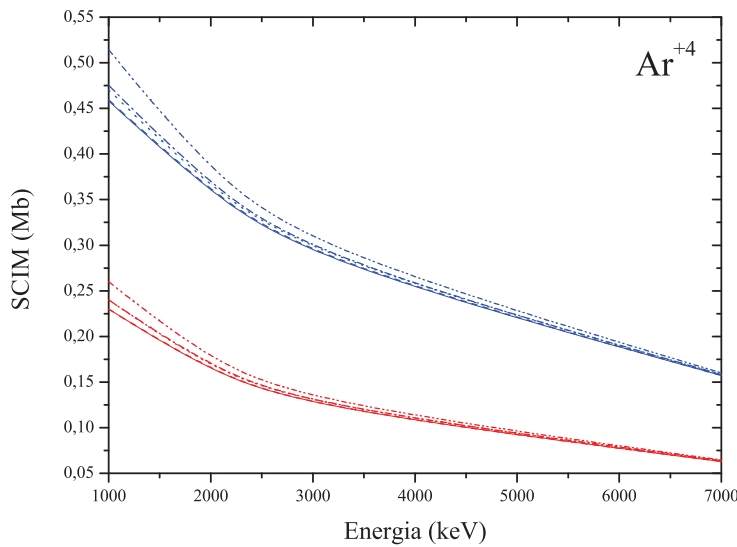


Figura 4.9: Seções de choque de ionização do Ar onde são apresentadas as versões de 1 a 5. Linhas cheia, tracejada, ponto, traço-ponto e traço-ponto-ponto todas em azul, versões 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, com as probabilidades pós-colisionais que estão em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]. Linhas cheia, tracejada, ponto, traço-ponto e traço-ponto-ponto todas em vermelho, versões 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, com os pós-colisionais que estão na Tab. 3.1 distintas das sugeridas por Montanari *et al* [14].



Tabela 4.2: Razões percentuais entre os valores das seções de choque para a ionização múltipla em cada estado final de carga do átomo de Ar para as probabilidades de ionização calculadas na PWBA e no BGM na energia de 1 MeV.

q	$(R_{1,5})_{VS}$	$(R_{1,5})_{VD}$	$(R_{1,1})_{VS,VD}$	$(R_{5,5})_{VS,VD}$	$(R_{1,5})_K$	$(R_{1,1})_{K,M}$	$(R_{5,5})_{K,M}$
+1	2,9	3,9	0,0	0,0	19,9	12,7	9,5
+2	9,5	9,5	0,0	0,0	-12,6	-22,9	24,0
+3	12,4	13,0	11,3	10,7	-41,4	-35,9	2,8
+4	12,3	13,0	99,2	97,8	63,6	31,9	39,3

### Discussão dos resultados do átomo de Ar.

Para os gráficos referentes às ionizações simples e dupla foram observadas diferenças entre os resultados das versões 1 e 5, independente dos valores das probabilidades pós-colisionais adotadas. As razões percentuais entre a versão 1 e a versão 5 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV, com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* foram de 2,9% e 9,5% para as ionizações simples e dupla, respectivamente. Para os valores de probabilidades pós-colisionais distintos dos sugeridos por Montanari *et al*, as razões percentuais entre a versão 1 e a versão 5 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV foram de 3,0% e 9,5% para a ionização simples e dupla, respectivamente. Quando se comparam os valores das seções de choque de ionização simples e dupla do Ar a 1 MeV obtidos com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* com aqueles obtidos com outros conjuntos de probabilidades pós-colisionais não se observam diferenças, tanto para a versão 1 quanto para a versão 5. Os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram abaixo dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 23% para a versão 1 e 12% para a versão 5 no caso da ionização simples e acima 21% para a versão 1 e 37% para a versão 5 no caso da ionização dupla.

Para os gráficos referentes à ionização tripla, a razão percentual entre a versão 1 e a versão 5 normalizada pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é de 12,4%. A razão percentual entre a versão 1 e a versão 5 normalizada pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* foi de 13%. A razão percentual para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades a 1 MeV é de 11,3%. A razão percentual para a versão 5

com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 5 com valores distintos dos sugeridos por Montanari *et al* a 1 MeV é de 10,7%. Os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram acima dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 48% para a versão 1 e 49% para a versão 5.

Para os gráficos referentes à ionização quádrupla, a razão percentual entre a versão 1 e a versão 5 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é de 12,3%. A razão percentual entre a versão 1 e a versão 5 normalizadas pela versão 1 a 1 MeV com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é de 13,0%. A razão percentual para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades a 1 MeV é de 99,2%, valor muito próximo da razão percentual para a versão 5 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 5 com valores distintos dos sugeridos por Montanari *et al* a 1 MeV que é de 97,8%. Os resultados obtidos a partir das probabilidades calculadas pelo método BGM ficaram acima dos resultados obtidos usando as probabilidades calculadas na PWBA em 49% para a versão 1 e 63% para a versão 5.

Na Fig. 4.9 observa-se que, para toda a faixa de energia, existe uma diferença entre os resultados que utilizam os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e os valores de probabilidades pós-colisionais distintos dos sugeridos por Montanari *et al*, diferença esta que diminui à medida que a energia aumenta.

### 4.3

#### Resultados para o átomo de Kr

Para o átomo de Kr apresentaremos quatro gráficos que são referentes aos resultados dos cálculos para os quatro graus de ionização estudados do Kr (Fig.4.10 a 4.13) e um gráfico referente à comparação entre cada versão apresentada na Sec. 3.5.2 para cada grupo de dados pós-colisionais retirados da Tab. 3.1 (Fig.4.14).

#### 4.3.1

##### Discussão dos resultados do átomo de Kr.

Como pode ser observado na Tab.4.3, para a ionização simples as razões percentuais entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 300 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* e com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* são

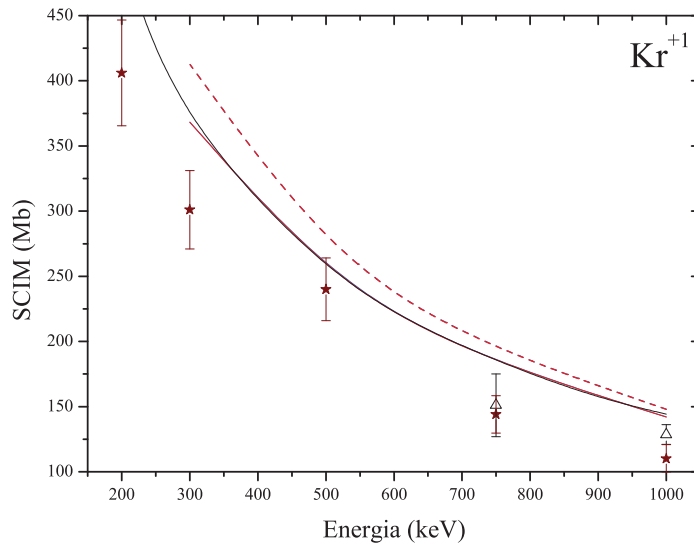


Figura 4.10: Seções de choque de ionização simples do Kr. Dados experimentais: triângulos vazios, Cavalcanti *et al* [12]; estrelas cheias, DuBois *et al* [3]. Resultados teóricos: linha cheia em preto, PWBA Montanari *et al* [14]. Resultados deste trabalho: linhas cheia e tracejada em azul, versões 1 e 6, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; linhas cheia e tracejada vermelho, versões 1 e 6, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais na Tab. 3.1 distintas das sugeridos por Montanari *et al* [14].

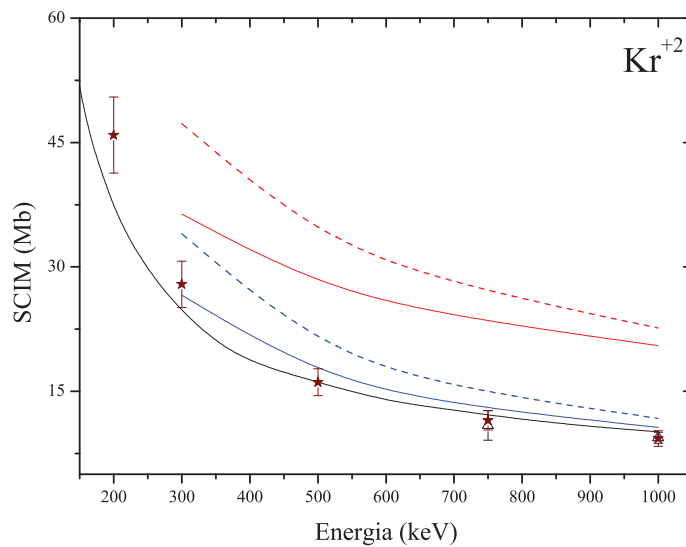


Figura 4.11: Seções de choque de ionização dupla do Kr. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.10.

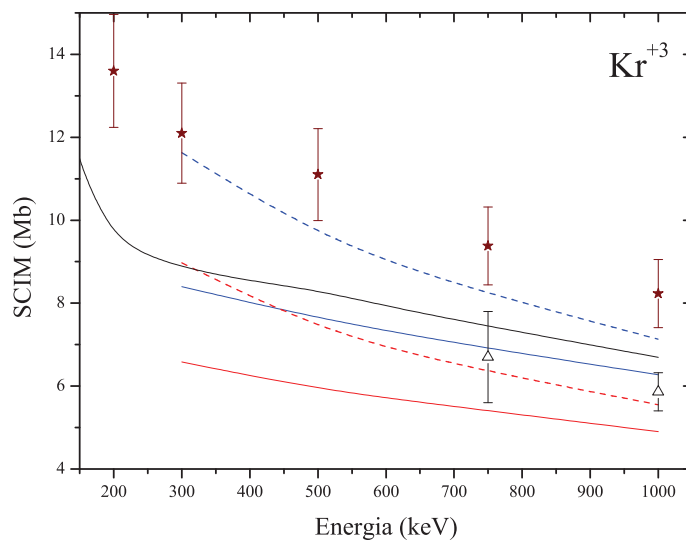


Figura 4.12: Seções de choque de ionização tripla do Kr. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.10.

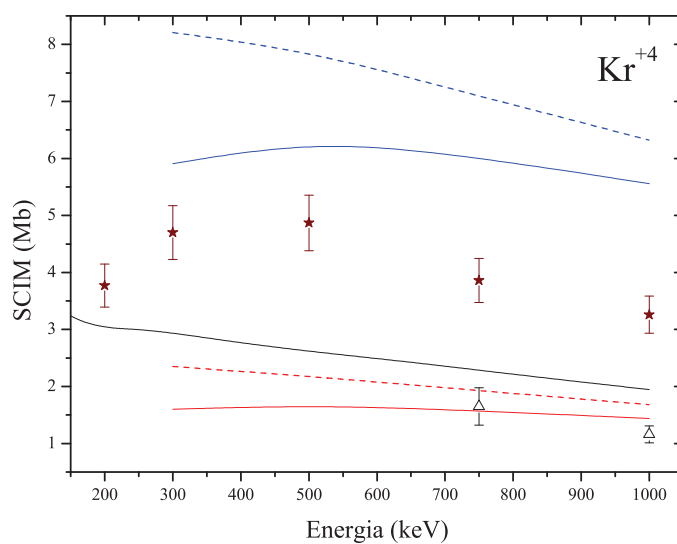


Figura 4.13: Seções de choque de ionização quádrupla do Kr. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig.4.10.

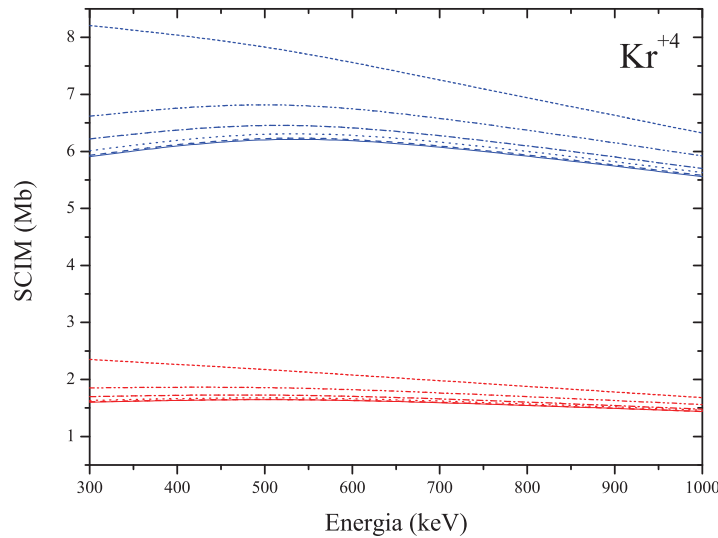


Figura 4.14: Seções de choque de ionização quádrupla do Kr onde são apresentadas as versões de 1 a 6. Linhas cheia, tracejada, ponto, traço-ponto, traço-ponto-ponto e traço curto todas em azul, versões 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, com as probabilidades pós-colisionais que estão em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; Linhas cheia, tracejada, ponto, traço-ponto, traço-ponto-ponto e traço curto todos na cor vermelha, versões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 respectivamente, as probabilidades com pós-colisionais que estão na Tab. 3.1 distintos dos sugeridos por Montanari *et al* [14].

Tabela 4.3: Razões percentuais entre os valores das seções de choque para a ionização múltipla em cada estado final de carga do átomo de Kr para as probabilidades de ionização oriundas da PWBA na energia de 300 keV.

q	$(R_{1,6})_{VS}$	$(R_{1,6})_{VD}$	$(R_{1,1})_{VS,VD}$	$(R_{6,6})_{VS,VD}$
+1	4,1	4,1	0,05	0,05
+2	27,9	30,0	37,0	39,1
+3	38,4	36,3	27,7	29,7
+4	38,9	46,9	269,4	249,4

ambas iguais a 4,1%. As razões percentuais com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e com valores distintos dessas probabilidades, tanto para a versão 1 como para a versão 6, são iguais 0,05% a 300 keV.

Para a ionização dupla a razão percentual entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 300 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é igual a 27,9% e para as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é igual a 30,0%. A razão percentual, a 300 keV, para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades é igual a 37,0%, para a versão 6 essa razão é igual 39,1%, como pode ser observado na Tab.4.3.

Para a ionização tripla a razão percentual entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 300 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é igual a 38,4% e para as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é igual a 36,3%. A razão percentual, a 300 keV, para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades é igual a 27,7%, para a versão 6 essa razão percentual é igual 29,7%, como pode ser observado na Tab.4.3.

Para a ionização quádrupla a razão percentual entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 300 keV, com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é igual a 38,9% e para as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é igual a 46,9%. A razão percentual, a 300 keV, para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades é igual a 269,4%, para a versão 6 essa razão percentual é igual 249,4%.

Na Fig. 4.14 observa-se que para toda a faixa de energia existe uma diferença entre os resultados que utilizam os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e os valores de probabilidades pós-colisionais distintos dos sugeridos por Montanari *et al*. Entretanto, ao contrário dos casos do Ne e Ar, estas diferenças não variam significativamente com a energia na região estudada.

#### 4.4 Resultados para o átomo de Xe

Para o átomo de Xe apresentaremos quatro gráficos que são referentes aos resultados dos cálculos para os quatro graus de ionizações estudados do

Xe (Fig. 4.15 a 4.18) e um gráfico referente a comparação entre cada versão apresentada na Sec. 3.6.2 para cada grupo de dados pós-colisionais retirados da Tab. 3.1 (Fig.4.19).

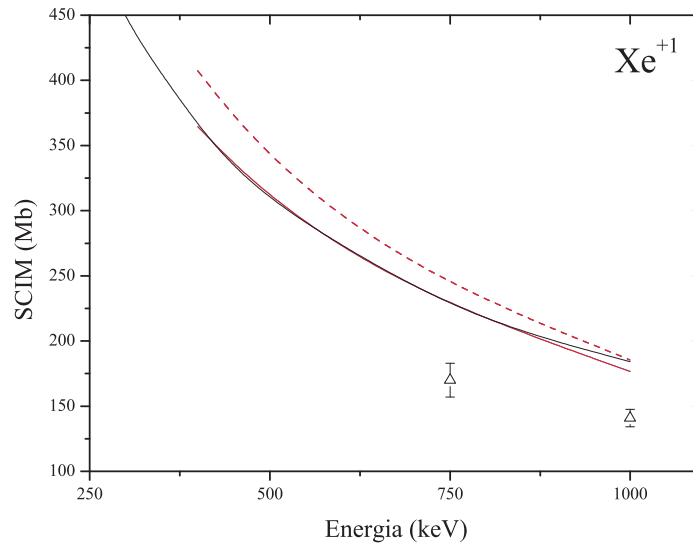


Figura 4.15: Seções de choque de ionização simples do Xe. Dados experimentais: triângulos vazios, Cavalcanti *et al* [12]. Resultados teóricos: linha cheia em preto, PWBA, Montanari *et al* [14]. Resultados deste trabalho: linhas cheia e tracejada em azul, versões 1 e 6, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; linhas cheia e tracejada em vermelho, versões 1 e 6, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais na Tab. 3.1 distintas das sugeridas por Montanari *et al* [14].

#### 4.4.1

##### Discussão dos resultados do átomo de Xe.

Para a ionização simples as razões percentuais entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 400 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* e com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* são ambas iguais a 11,7%. Não foram observadas diferenças entre as seções de choque calculadas com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* e com probabilidades distintas destas, tanto na versão 1 quanto na versão 6, a 400 keV.

Para a ionização dupla as razões percentuais entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 400 keV calculadas tanto com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* quanto com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* são iguais a 27,3%.

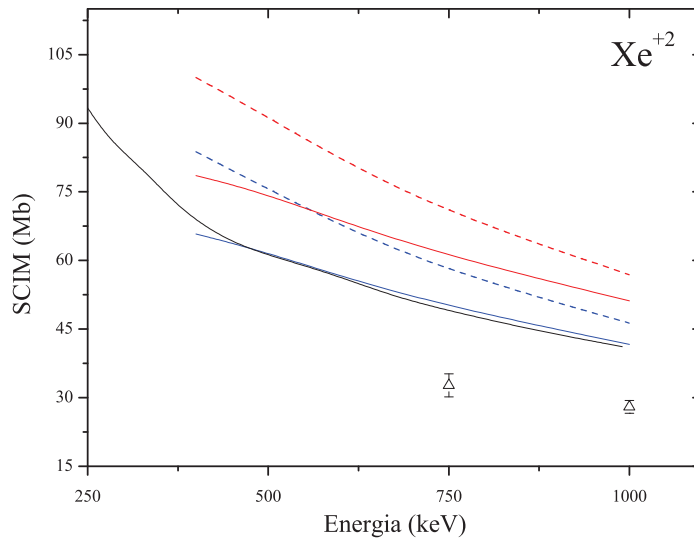


Figura 4.16: Seções de choque de ionização dupla do Xe. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.15.

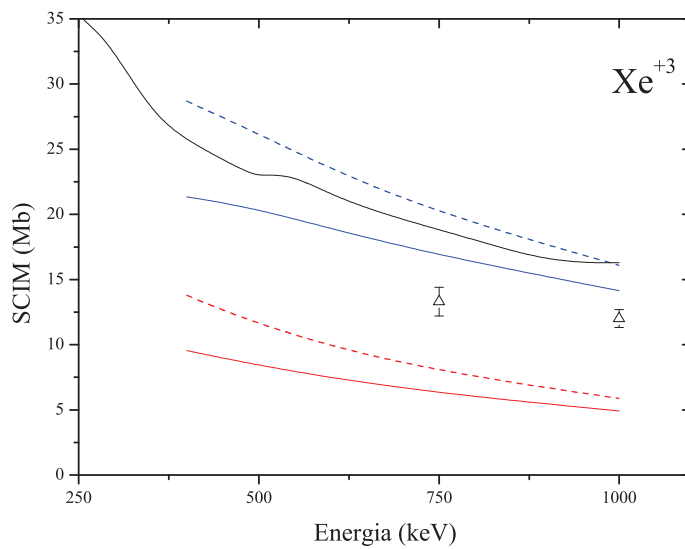


Figura 4.17: Seções de choque de ionização tripla do Xe. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.15.



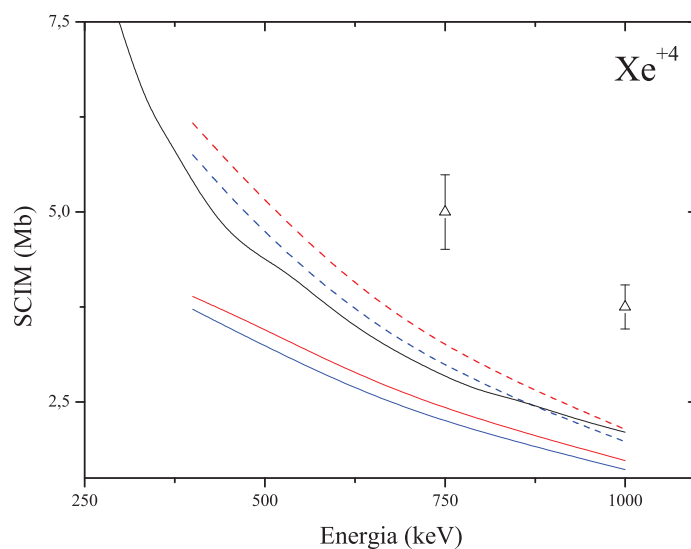


Figura 4.18: Seções de choque de ionização quádrupla do Xe. As curvas estão representadas da mesma forma como na Fig. 4.15.

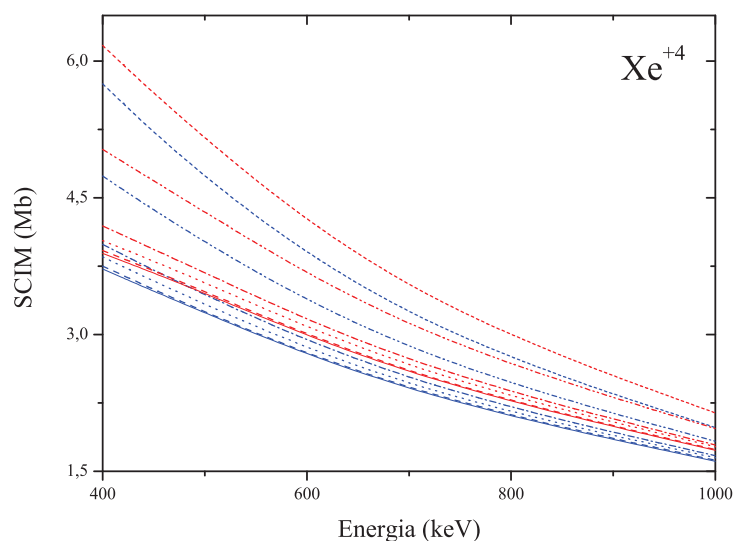


Figura 4.19: Seções de choque de ionização quádrupla do Xe onde são apresentadas as versões de 1 a 6. Linhas cheia, tracejada, ponto, tracejado-ponto, tracejado-ponto-ponto e traço curto todas em azul, versões 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, com probabilidades pós-colisionais que estão em negrito na Tab. 3.1 sugeridas por Montanari *et al* [14]; Linhas cheia, tracejado, ponto, tracejado-ponto, tracejado-ponto-ponto e tracejado curto todas em vermelha, versões 1, 2, 3, 4, 5 e 6 respectivamente, com probabilidades pós-colisionais que estão na Tab. 3.1 distintos dos sugeridos por Montanari *et al* [14].

Tabela 4.4: Razões percentuais entre os valores das seções de choque para a ionização múltipla em cada estado final de carga do átomo de Xe para as probabilidades de ionização oriundas da PWBA na energia de 400 keV.

q	$(R_{1,6})_{VS}$	$(R_{1,6})_{VD}$	$(R_{1,1})_{VS,VD}$	$(R_{6,6})_{VS,VD}$
+1	11,7	11,7	0,0	0,0
+2	27,3	27,3	19,4	19,4
+3	34,4	44,4	123,5	108,0
+4	54,6	58,6	7,5	8,1

Quando se comparam os valores das seções de choque de ionização dupla do Xe a 400 keV obtidas com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* com aquelas obtidas com outros conjuntos de probabilidades pós-colisionais, as variações percentuais obtidas, tanto para a versão 1 quanto para a versão 6, são iguais a 19,4%.

Para a ionização tripla a razão percentual entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 400 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é igual a 34,4% e para as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é igual a 44,4%. A razão percentual, a 400 keV, para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades é igual a 123,5%, para a versão 6 essa razão percentual é igual 108,0%.

Para a ionização quádrupla a razão percentual entre a versão 1 e a versão 6 normalizada pela versão 1 a 400 keV com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* é igual a 54,6% e para as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al* é igual a 58,6%. A razão percentual, a 400 keV, para a versão 1 com os valores de probabilidades pós-colisionais sugeridos por Montanari *et al* e a versão 1 com valores distintos dessas probabilidades é igual a 7,5%; para a versão 6 essa razão percentual é igual a 8,1%.

Na Fig. 4.19 observa-se a formação de três grupos com comportamentos diferentes em baixas energias. O primeiro grupo é formado pelas versões 6 dos cálculos realizados com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al* e com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al*. A curva descrita por esse primeiro grupo tende a crescer mais rapidamente do que a curva representada pelos demais grupos à medida que a energia diminui. O segundo grupo é formado pelas versões 5 dos cálculos realizados com as probabilidades pós-colisionais sugeridas por Montanari *et al*

e com as probabilidades pós-colisionais distintas das sugeridas por Montanari *et al.* Se fizermos o mesmo tratamento realizado para o primeiro grupo, observa-se que a inclinação das curvas referentes a esse grupo, em baixas energias, não possui um crescimento tão rápido como o do primeiro grupo. No caso do terceiro grupo, observa-se uma distinção entre os resultados, porém um comportamento semelhante. Para as energias mais altas, observou-se que todos os três grupos tendem a coalescer.