# Aula 12

Danilo Machado Pires

<u>danilo.pires@unifal-mg.edu.br</u>

Leonardo Henrique Costa

<u>Leonardo.costa@unifal-mg.edu.br</u>

https://atuaria.github.io/portalhalley

# Anuidades temporárias imediatas

- $\triangleright$  Variável aleatória tempo T, discreta.
- $\blacktriangleright$  No caso de anuidades temporárias, essas são válidas enquanto a pessoa de idade x for viva até no máximo n anos.
  - Então, para o caso discreto, o V.P.A. de anuidades temporárias temos:
- > VPA de uma anuidade antecipada.

$$Z = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{T+1}} & 0 \le T < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}} & T \ge n \end{cases}$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n|}} = E(Z) = \sum_{t=0}^{n-1} {}_{t}E_{x} = \sum_{t=0}^{n-1} {v^{t}}_{t}p_{x}$$

#### Exemplo 5:

Seja uma pessoa de 30 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **antecipado** por um período de 4 anos. Considerando a tábua de mortalidade dada e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento

imediato.

micarato.			4 4	
Idade	$q_X$	$p_X$	$l_x$	$\ddot{z} = \sum_{i=1}^{4-1} E_i = \sum_{i=1}^{3} n_i t_i n_i$
25	0,00077	0,99923	100000	$\ddot{a}_{30:\overline{4} } = \sum_{t=0}^{3} {}_{t}E_{30} = \sum_{t=0}^{3} {}_{t}p_{30}$
26	0,00081	0,99919	99923	
27	0,00085	0,99915	99842	$\ddot{a}_{30:\overline{4} } = 1 + vp_{30} + v^2 _2p_{30} + v^3 _3p_3$
28	0,00090	0,99910	99757	$ a_{30:4}  - 1 + \nu p_{30} + \nu + 2p_{30} + \nu + 3p_{30}$
29	0,00095	0,99905	99667	
30	0,00100	0,99900	99572	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$
31	0,00107	0,99893	99472	$\ddot{a}_{30:\overline{4} } = 1 + \frac{1}{1,05}p_{30} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^2 p_{30}p_{31} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^3 p_{30}p_3$
32	0,00114	0,99886	99365	
33	0,00121	0,99879	99251	$\ddot{a}_{30:\overline{4 }} = 3,71$
34	0,00130	0,99870	99131	·
35	0,00139	0,99861	99002	
	25 26 27 28 29 30 31 32 33 34	25 0,00077 26 0,00081 27 0,00085 28 0,00090 29 0,00095 30 0,00100 31 0,00107 32 0,00114 33 0,00121 34 0,00130	25	25 0,00077 0,99923 100000 26 0,00081 0,99919 99923 27 0,00085 0,99915 99842 28 0,00090 0,99910 99757 29 0,00095 0,99905 99667 30 0,00100 0,99900 99572 31 0,00107 0,99893 99472 32 0,00114 0,99886 99365 33 0,00121 0,99879 99251 34 0,00130 0,99870 99131

# Anuidades temporárias imediatas

> VPA de uma anuidade Postecipada.

$$Z = \begin{cases} a_{\overline{T|}} & 0 \le T < n \\ a_{\overline{n|}} & T \ge n \end{cases}$$

$$a_{x:\overline{n|}} = E(Z) = \sum_{t=1}^{n} {}_{t}E_{x} = \sum_{t=1}^{n} v^{t} {}_{t}p_{x}$$

#### Exemplo 6:

Seja uma pessoa de 30 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **postecipado** por um período de 4 anos. Considerando a tábua de mortalidade dada e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento imediato.

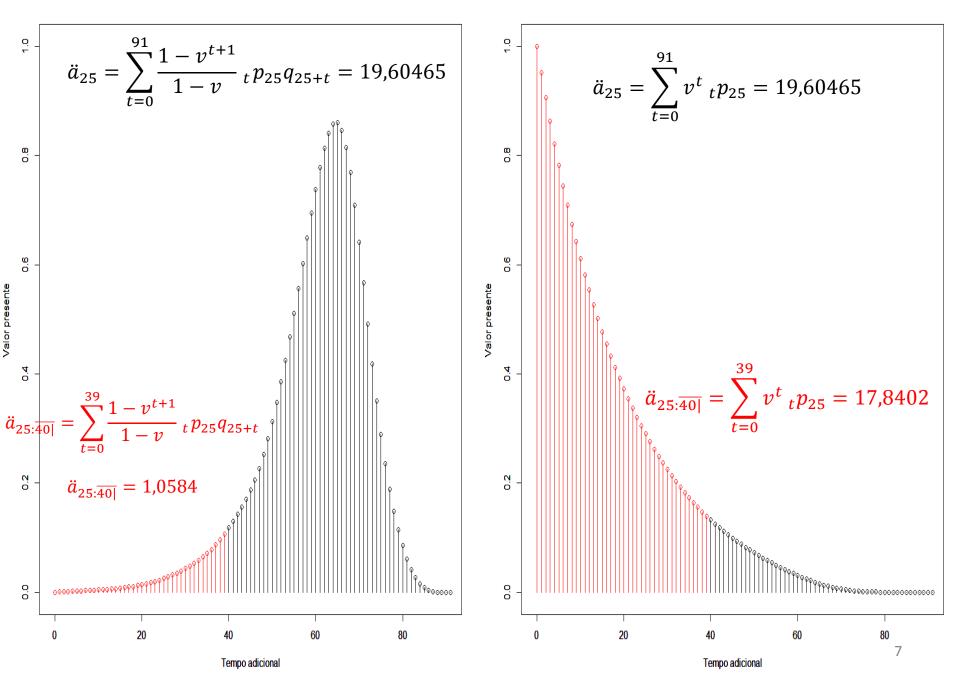
				4 4
Idade	$q_X$	$p_X$	$l_x$	$a_{30:\overline{4} } = \sum_{t=1}^{n} {}_{t}E_{30} = \sum_{t=1}^{n} {}_{t}v_{t}^{t} p_{30}$
25	0,00077	0,99923	100000	$\sum_{t=1}^{30:4} \sum_{t=1}^{t-30} \sum_{t$
26	0,00081	0,99919	99923	
27	0,00085	0,99915	99842	$a_{30:\overline{4} } = vp_{30} + v^2 _2p_{30} + v^3 _3p_{30} + v^4 _4p_{30}$
28	0,00090	0,99910	99757	2
29	0,00095	0,99905	99667	$a_{30:\overline{4} } = \frac{1}{1,05}p_{30} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^2 p_{30}p_{31} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^3 p_{30}p_{31}p_{32} +$
30	0,00100	0,99900	99572	A
31	0,00107	0,99893	99472	$\left(\frac{1}{1,05}\right)^4 p_{30} p_{31} p_{32} p_{33}$
32	0,00114	0,99886	99365	
33	0,00121	0,99879	99251	$a_{30:\overline{4} } = 3,52$
34	0,00130	0,99870	99131	
35	0,00139	0,99861	99002	

### ➤ Exemplo 7

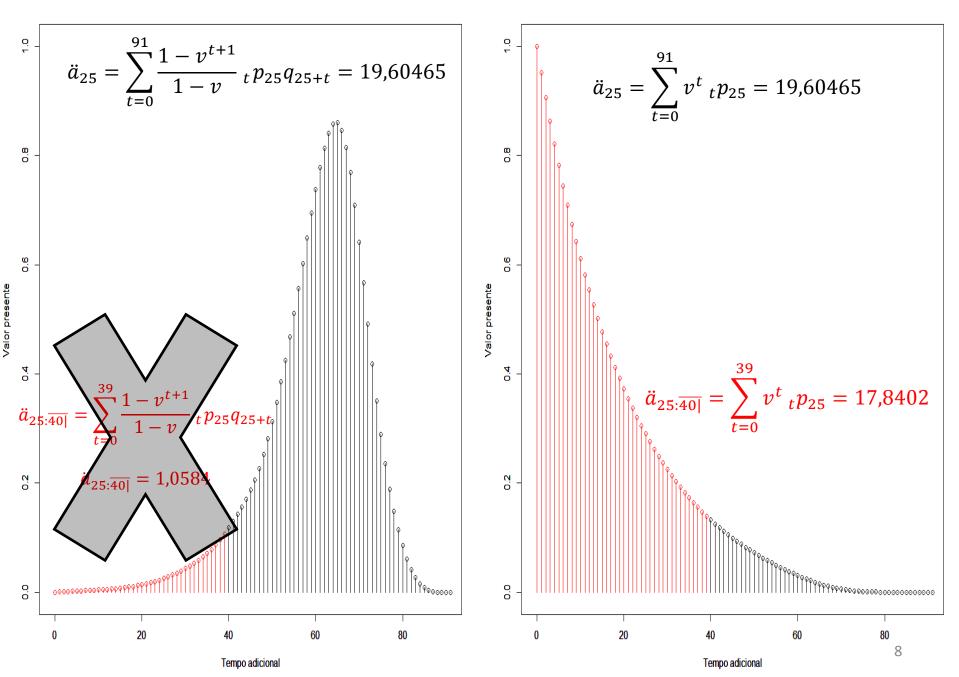
Seja uma pessoa de 25 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **antecipado** por um período de 40 anos. Considerando a tábua de mortalidade AT-2000 feminina e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento imediato.



$$\omega = 117, x = 25$$



$$\omega = 117, x = 25$$



$$Y = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{T+1}|} & se \ 0 < T < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}|} & se \ T \ge n \end{cases}$$

$$E(Y) = \ddot{a}_{x:\overline{n|}} = \sum_{t=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{t+1|}} P_x(T=t) + \sum_{t=n}^{\infty} \ddot{a}_{\overline{n|}} P_x(T=t)$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{t+1}|} P_{x}(T=t) + \ddot{a}_{\overline{n}|} \sum_{t=n}^{\infty} P_{x}(T=t)$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{t=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{t+1}|} P_{x}(T=t) + \ddot{a}_{\overline{n}|} P_{x}(T \ge n)$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n|}} = \left(\sum_{t=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{t+1|}} \, t \, p_x q_{x+t}\right) + \ddot{a}_{\overline{n|}} \, {}_{n} p_x = \sum_{t=0}^{n-1} v^t \, {}_{t} p_x$$

### > Exemplo 8

Seja uma pessoa de 25 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **antecipado** por um período de 40 anos. Considerando a tábua de mortalidade AT-2000 feminina e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento imediato.

$$\ddot{a}_{40:\overline{40|}} = \left(\sum_{t=0}^{39} \frac{1 - v^{t+1}}{1 - v} t^{t+1} p_{25} q_{25+t}\right) + \left(\frac{1 - v^{40}}{1 - v}\right) q_{25}$$

$$\ddot{a}_{40:\overline{40|}} = 1,0584 + 16,78173 = 17,8402$$

#### Exemplo 9:

Seja uma pessoa de 25 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **antecipado** por um período de 5 anos. Considerando a tábua de mortalidade dada e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento imediato.

micarator				5-1 4
Idade	$q_X$	$p_X$	$l_x$	$\ddot{a}_{25:\overline{5} } = \sum_{t}^{3} {}_{t}E_{25} = \sum_{t}^{4} v^{t} {}_{t}p_{25}$
25	0,00077	0,99923	100000	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
26	0,00081	0,99919	99923	
27	0,00085	0,99915	99842	$\ddot{a}_{25:\overline{51}} = 1 + vp_{25} + v^2 _2p_{25} + v^3 _3p_{25} + v^4 _4p_{25}$
28	0,00090	0,99910	99757	
29	0,00095	0,99905	99667	$\ddot{a}_{25:\overline{5 }} = 1 + \left(\frac{1}{1,05}\right)p_{25} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^2 \frac{l_{27}}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^3 \frac{l_{28}}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^4 \frac{l_2}{l_2}$
30	0,00100	0,99900	99572	$l_{25:5} = l_{1,05}^{25} + l_{1,05}^{25} + l_{25}^{25} + l_{1,05}^{25} + l_{25}^{25} + l_{1,05}^{25} + l_{25}^{25} + l_{25}^{2$
31	0,00107	0,99893	99472	
32	0,00114	0,99886	99365	
33	0,00121	0,99879	99251	$\ddot{a}_{25:\overline{5} } = 4,53$
34	0,00130	0,99870	99131	
35	0,00139	0,99861	99002	1

#### Exemplo 10:

Seja uma pessoa de 25 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **postecipado** por um período de 4 anos. Considerando a tábua de mortalidade dada e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento

imediato.

Idade	$q_X$	$p_X$	$l_{x}$
25	0,00077	0,99923	100000
26	0,00081	0,99919	99923
27	0,00085	0,99915	99842
28	0,00090	0,99910	99757
29	0,00095	0,99905	99667
30	0,00100	0,99900	99572
31	0,00107	0,99893	99472
32	0,00114	0,99886	99365
33	0,00121	0,99879	99251
34	0,00130	0,99870	99131
35	0,00139	0,99861	99002

#### Exemplo 10:

Seja uma pessoa de 25 anos que queira comprar uma anuidade que paga 1 u.m. com pagamento **postecipado** por um período de 4 anos. Considerando a tábua de mortalidade dada e uma taxa de juros de 5% a.a., calcule o Prêmio Puro Único a ser pago pelo segurado para comprar essa anuidade com pagamento imediato.

	0 0. 0 0 .			4. 4.
Idade	$q_X$	$p_X$	$l_x$	$a_{25.\overline{41}} = \sum_{t} E_{25} = \sum_{t} v^{t}_{t} p_{25}$
25	0,00077	0,99923	100000	$a_{25:\overline{4} } = \sum_{t=1}^{n} {}_{t}E_{25} = \sum_{t=0}^{n} v^{t} {}_{t}p_{25}$
26	0,00081	0,99919	99923	
27	0,00085	0,99915	99842	$a_{25:\overline{4} } = vp_{25} + v^2 _2p_{25} + v^3 _3p_{25} + v^4 _4p_{25}$
28	0,00090	0,99910	99757	
29	0,00095	0,99905	99667	$a_{25:\overline{4 }} = \left(\frac{1}{1,05}\right)p_{25} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^2 \frac{l_{27}}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^3 \frac{l_{28}}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right)^4 \frac{l_{29}}{l_{25}}$
30	0,00100	0,99900	99572	$a_{25:\overline{4} } = \left(\frac{1}{1,05}\right) p_{25} + \left(\frac{1}{1,05}\right) \frac{1}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right) \frac{1}{l_{25}} + \left(\frac{1}{1,05}\right) \frac{1}{l_{25}}$
31	0,00107	0,99893	99472	
32	0,00114	0,99886	99365	
33	0,00121	0,99879	99251	$a_{25:\overline{4 }} = 3,53$
34	0,00130	0,99870	99131	
35	0,00139	0,99861	99002	13

# Anuidades temporárias imediatas

$$\ddot{a}_{x:\overline{n|}} = 1 + vp_x + v^2 _2p_x + v^3 _3p_x + v^4 _4p_x + \dots + v^{n-1} _{n-1}p_x$$

$$a_{x:\overline{n-1}|} = vp_x + v^2 p_x + v^3 p_x + v^4 p_x + \cdots + v^{n-1} p_x$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n|}} = 1 + a_{x:\overline{n-1|}}$$

#### Anuidades temporárias imediatas- Tempo discreto

### Variável aleatória tempo T, discreta.

VPA de uma anuidade antecipada.

➤ VPA de uma anuidade Postecipada.

$$Z = \begin{cases} \ddot{a}_{\overline{T+1}|} & 0 \le T < n \\ \ddot{a}_{\overline{n}|} & T \ge n \end{cases}$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \mathbf{1} + \mathbf{a}_{x:\overline{n}-1|}$$

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = E(Z) = \sum_{t=0}^{n-1} {}_{t}E_{x} = \sum_{t=0}^{n-1} v^{t} {}_{t}p_{x}$$

$$a_{x:\overline{n}|} = \left(\sum_{t=0}^{n-1} \ddot{a}_{\overline{t+1}| \ t} p_{x} q_{x+t}\right) + \ddot{a}_{\overline{n}| \ n} p_{x}$$

$$a_{x:\overline{n}|} = \left(\sum_{t=1}^{n} a_{\overline{t}| \ t} p_{x} q_{x+t}\right) + a_{\overline{n}| \ n} p_{x}$$