

# Exercício Cálculo Lambda

1. a)  $((a\ b)c)d$

b)  $(\lambda q.(\lambda i.(q\ i)))$

c)  $(\lambda x.(\lambda y.(\lambda z.(x\ z)))(y\ z)))$

2. a) "5" ligada a "λs"

"z" livre

"q" ligada a "λq"

b) Dentro do parênteses: "5" ligada a "λs" e "z" livre

fora do parênteses: "q" ligada a "λq", primeiro "w" livre,  
segundo "w" ligada a "λw", último "z, 5" livres

c) primeiro parênteses: "5" ligada a "λs"

segundo parênteses: "q" ligada a "λq" e "5" livre

d) Primeiro parênteses: "5" ligada a "λs" e "q" livre

segundo parênteses: "q" ligada a "λq" e "z" livre

fora do parênteses: "z" ligada a "λz"

3. a)  $(\lambda z.z)(\lambda q.q\ q)(\lambda s.s\ a)$

$(\lambda q.q\ q)(\lambda s.s\ a)$

$(\lambda s.s\ a)(\lambda s.s\ a)$

$(\lambda s.s\ a)\ a$

$(a\ a)$

$$b) (\lambda s. \lambda q. s \ q \ q) (\lambda a. a) b$$

$$(\lambda q. (\lambda a. a) \ q \ q) b$$

$$((\lambda a. a) \ b \ b)$$

$$(b \ b)$$

$$d) ((\lambda s. s \ s) (\lambda q. q)) (\lambda \pi. \pi)$$

$$(\lambda q. q) (\lambda q. q) (\lambda \pi. \pi)$$

$$(\lambda q. q) (\lambda \pi. \pi)$$

$$(\lambda \pi. \pi)$$

$$c) (\lambda s. \lambda q. s \ q \ q) (\lambda x. x) c$$

$$(\lambda q. (\lambda x. x) \ q \ q) c$$

$$((\lambda x. x) \ c \ c)$$

$$(c \ c)$$

$$4.a) (\lambda x. x) 5 = \boxed{5}$$

$$b) (\lambda x. x + 10) 42 \rightarrow 42 + 10 = \boxed{52}$$

$$c) (\lambda f. f (f \ 10)) (\lambda x. x + 2)$$

$$((\lambda x. x + 2) ((\lambda x. x + 2) \ 10))$$

$$(((\lambda x. x + 2) \ 10) + 2)$$

$$(((10 + 2) + 2)$$

$$10 + 2 + 2 = \boxed{14}$$

$$d) (\lambda f. f) (\lambda x. x) 51$$

$$(\lambda x. x) 51$$

$$\boxed{51}$$

$$5. ONE = \lambda a. \lambda b. a \ b, TWO = \lambda c. \lambda d. c (c \ d), PLUS = \lambda m. \lambda n. \lambda f. \lambda x. m \ f (n \ f \ x)$$

plus two one

$$(\lambda m. \lambda n. \lambda f. \lambda x. m \ f (n \ f \ x)) (\lambda c. \lambda d. c (c \ d)) (\lambda a. \lambda b. a \ b)$$

$$(\lambda n. \lambda f. \lambda x. (\lambda c. \lambda d. c (c \ d)) f (n \ f \ x)) (\lambda a. \lambda b. a \ b)$$

$$(\lambda f. \lambda x. (\lambda c. \lambda d. c (c \ d)) f ((\lambda a. \lambda b. a \ b) \ f \ x))$$

$$(\lambda f. \lambda x. (\lambda c. \lambda d. c (c \ d)) f (\lambda b. f \ b \ x))$$

$$(\lambda f. \lambda x. (\lambda c. \lambda d. c (c \ d)) f (f \ x))$$

$$(\lambda f. \lambda x. (\lambda d. f (f \ d)) (f \ x))$$

$$(\lambda f. \lambda x. (f (f (f \ x))))$$