

# Estudando uma característica complexa: as impressões digitais

**Gabriela Barbosa de Andrade<sup>1</sup>, Mariana Marzullo Pedreira<sup>2</sup>, Jorge Arturo Lobo<sup>3</sup>, Maria de Nazaré Klautau-Guimarães<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências, Departamento de Genética e Morfologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF

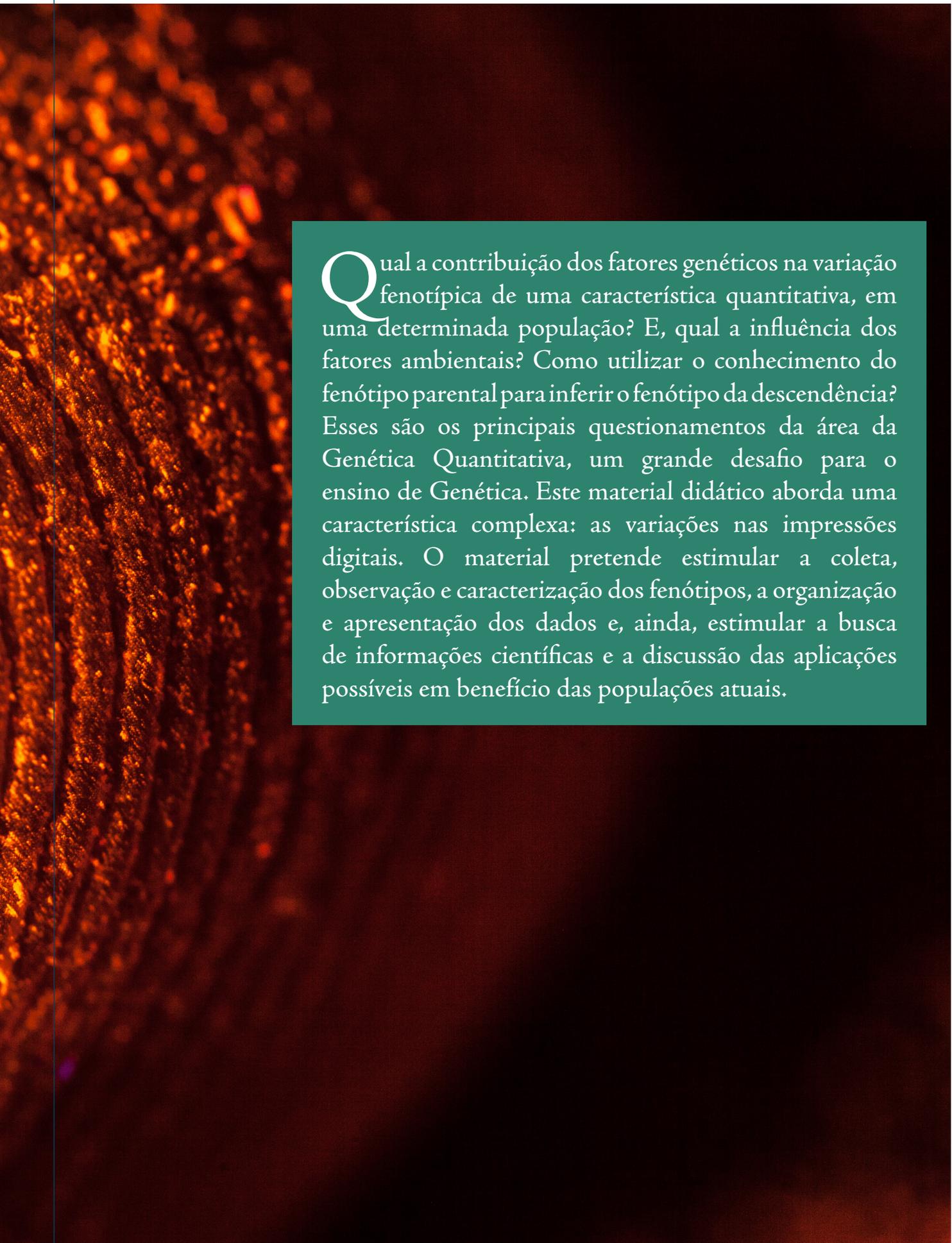
<sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Genética e Morfologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF

<sup>3</sup> Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica

<sup>4</sup> Departamento de Genética e Morfologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF

Autor para correspondência: gabriela.andrade04@gmail.com

**Palavras-chave:** característica complexa, variação, impressão digital, coleta de dados



Qual a contribuição dos fatores genéticos na variação fenotípica de uma característica quantitativa, em uma determinada população? E, qual a influência dos fatores ambientais? Como utilizar o conhecimento do fenótipo parental para inferir o fenótipo da descendência? Esses são os principais questionamentos da área da Genética Quantitativa, um grande desafio para o ensino de Genética. Este material didático aborda uma característica complexa: as variações nas impressões digitais. O material pretende estimular a coleta, observação e caracterização dos fenótipos, a organização e apresentação dos dados e, ainda, estimular a busca de informações científicas e a discussão das aplicações possíveis em benefício das populações atuais.

## VARIAÇÃO NA IMPRESSÃO DIGITAL

As impressões digitais, ou dermatoglifos, são configurações formadas pelas distribuições das linhas dermopapilares da pele que cobrem a palma das mãos e a planta dos pés. As impressões digitais são padrões únicos e apresentam grande diversidade de forma, densidade e complexidade, tanto as relativas a um mesmo indivíduo como entre os indivíduos de uma população, por isso são utilizadas há muito tempo na identificação humana e, atualmente, apresentam-se como parte muito importante das investigações criminais, do estudo de más formações congênitas e de estudos antropológicos.

As impressões digitais são únicas para cada pessoa, apresentam formas complexas e alto grau de variação em um mesmo indivíduo e entre indivíduos. Os estudos das bases genéticas dessas características são importantes para o entendimento da variação genética pois explicam grande parte da variação fenotípica, além de esclarecerem alguns dos processos que ocorrem durante o desenvolvimento embrionário. Os tipos de impressões digitais são determinados por mecanismos multifatoriais, enquanto a contagem de linhas é definida por herança poligênica, com pouca influência ambiental. Apenas para algumas características quantitativas, como a contagem total de cristas dos padrões digitais, a taxa de herdabilidade é alta ou pelo menos razoável, mas nunca completa ou extraordinariamente alta.

O estudo da variação genética das impressões digitais é realizada utilizando-se medições qualitativas e quantitativas para a identificação de fenótipos. Para a análise de variáveis qualitativas é realizada a classificação das impressões digitais em padrões já estabelecidos, enquanto para a análise de variáveis quantitativas é feita a contagem de linhas de cada impressão digital. Com os dados das impressões digitais e da contagem de linhas de cada impressão é possível analisar o grau de similaridade entre um par de impressões digitais diferentes. Assim, por exemplo, é possível estudar o grau de parentesco entre dois indivíduos analisando-se a proporcionalidade do que é similar entre as impressões digitais dos mesmos.

## CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL E OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A organização deste material baseou-se inicialmente nos trabalhos de Fogle (2004) e Mendenhall *et al* (1989), com as adaptações necessárias para os objetivos propostos.

O material consiste de um roteiro prático de quatro atividades (atividades 1 a 4), que podem ter a duração de três a quatro aulas presenciais ou à distância, a critério do professor.

O roteiro é composto por:

- ♦ um texto teórico de apoio (Quadro 1);
- ♦ os procedimentos das quatro atividades a serem desenvolvidas com os estudantes;
- ♦ 2 folhas para coleta dos dados (fichas 1 e 2);
- ♦ questionamentos para direcionar as análises dos dados e/ou a elaboração de relatórios;
- ♦ sugestões de artigos para consulta sobre o conhecimento científico atualizado (ver item “Para saber mais”).

No roteiro, os alunos são estimulados a coletar dados, organizá-los em forma de tabelas e gráficos, observar, classificar as próprias impressões digitais segundo as variáveis qualitativas e quantitativas, bem como compará-las com as de seus colegas e parentes. Dessa forma, terão a oportunidade de proceder de acordo com os princípios da metodologia científica no estudo das bases genéticas de uma característica complexa. A atividade prática ainda favorece a construção autônoma do conhecimento e do pensamento crítico na formulação de conclusões a respeito dos resultados produzidos, estimulando a consulta a artigos científicos.

Ao longo do roteiro, o procedimento para cada atividade está descrito, assim como os materiais necessários e objetivos específicos. Ao final, os alunos deverão ser estimulados a fazer um relatório completo das atividades realizadas e espera-se que sejam capazes de tirar conclusões, como também, em classe, de discutir a respeito de suas observações. Uma sugestão adicional para o docente seria a realização de discussões sobre questões sócio-científicas e uma pesquisa das possíveis aplicações sociais deste conhecimento.

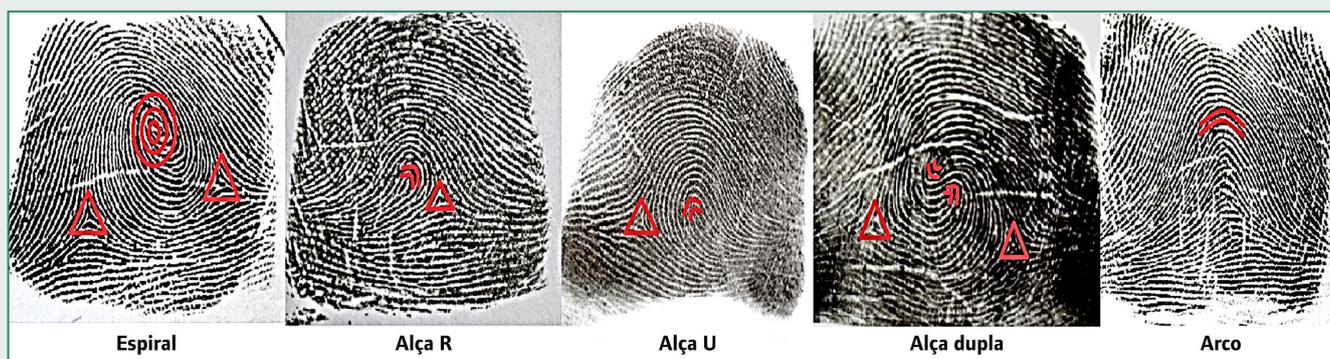


## TEXTO DE APOIO PARA A IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS IMPRESSÕES DIGITAIS

As impressões digitais são classificadas em três padrões básicos (Figura 1):

1. Espiral: as linhas descrevem contornos espirais circulares ou elípticos.
2. Alça: as linhas descrevem uma semicircunferência que se inicia de um lado do dedo até o centro da impressão e volta ao lado de onde começou. De acordo com a orientação da abertura da alça, classificam-se em:
  - 2.1. Radial (R): quando a alça volta-se para o polegar.
  - 2.2. Ulnar (U): quando a alça volta-se para o dedo mínimo.
  - 2.3. Dupla (D): quando ocorrem duas alças, uma radial e, a outra, ulnar. Este padrão não é tão frequente quanto os descritos acima, mas pode ocorrer em sala de aula.
3. Arco (C): as linhas descrevem contornos transversais de lado a lado na impressão digital.

As linhas digitais podem confluir até um mesmo ponto formando o trirrádio ou ponto de confluência de linhas (Figura 1). Desta forma, o número de trirrádios varia nas linhas digitais; dois nas espirais e alça dupla, um nas alças U e R e os arcos não apresentam trirrádios.



**Figura 1.**

Padrões de impressões digitais da mão direita e demonstração dos trirrádios.

### Contagem de linhas de uma impressão digital

É possível quantificar o número de linhas de uma impressão digital. O processo de contagem é realizado pelo traçado de uma reta que vai do centro do trirrádio até o ápice da linha mais interna da impressão digital (Figura 2). Com a ajuda de uma lupa, contar todas as linhas cortadas por essa reta.

No caso do padrão espiral, contar as linhas a partir dos dois trirrádios. Considerar o maior número de linhas contadas.

No caso do padrão arco, é atribuída a contagem 0, pois este não possui trirrádio.



**Figura 2.**

Procedimento para a contagem do número de linhas digitais. Por exemplo, nesta contagem são 20 linhas.

## ATIVIDADE 1 – ANÁLISE DE DADOS INDIVIDUAIS

### Objetivo

Observar e explicar a variação qualitativa e quantitativa dos padrões de impressões digitais de um mesmo indivíduo, por meio da coleta, organização e análise de dados.

### Material necessário

- ♦ Ficha 1, para registro dos dados individuais;
- ♦ Coletor de impressão digital;
- ♦ Lupa ou material equivalente;
- ♦ Fita adesiva transparente;
- ♦ Tesoura;
- ♦ Folha de papel A4.

### Procedimento

1. Proceder a identificação do indivíduo na folha da atividade 1, preenchendo todos os campos existentes.
2. Utilizar o coletor de impressão digital para fazer as impressões digitais de todos os dedos da mão direita e da mão esquerda. Testar as impressões em uma folha extra; identificar as mais nítidas; recortar e colar na área específica da folha de atividade 1. Com o auxílio de uma fita adesiva transparente, proteger a impressão digital.
3. Identificar o padrão para cada impressão digital e anotar na ficha de registro.
4. Realizar a contagem das linhas de cada impressão digital e anotar no local específico. Fazer a soma do número total de linhas (somadas das linhas dos 10 dedos).
5. Completar o quadro da folha da atividade 1 com os dados de concordância (ou seja, quando ocorrer o mesmo padrão em ambos os dedos da mão direita e esquerda). Para isso, utilize “0” para designar ausência de concordância e “1” para designar presença de concordância.

### Análise de dados: para pensar e responder

1. Quanto aos padrões das impressões digitais: observar as semelhanças e diferenças

entre os dedos de uma mesma mão (da direita e da esquerda). Qual a conclusão?

2. Estimar as frequências dos diferentes padrões considerando todos os dedos do mesmo indivíduo e preencher no local indicado do Quadro 1. Por exemplo, se encontrar 4 espirais, a frequência será 4/10 (número de dedos com padrão espiral / total de dedos das duas mãos).
3. Observar as semelhanças e diferenças entre os mesmos dedos em diferentes mãos. Qual a conclusão? Quantas são concorrentes? Existe mais algum detalhe que chama a atenção?
4. Obter o número de linhas para as duas mãos e a soma total dos 10 dedos. Há semelhanças entre as duas mãos? Qual a conclusão?
5. Observar os dados do número de linhas em relação ao padrão da impressão digital de cada dedo. Existe alguma relação entre esses dois dados? Qual a conclusão?

## ATIVIDADE 2 – COLETA E ANÁLISE DE DADOS DA CLASSE

### Objetivo

Organizar em tabelas e analisar os dados coletados na Atividade 1, de todos os estudantes da classe

### Procedimento

1. Montar e organizar as tabelas 1, 2 e 3 com os dados obtidos na Atividade 1, de cada um dos estudantes da classe.

### Análise de dados: para pensar e responder

1. Em relação à Tabela 1, calcular a frequência de cada padrão de impressão digital encontrado na classe. Comparar os próprios dados individuais com os resultados da classe. Que conclusões podem ser tiradas? Construir um gráfico com as frequências dos padrões de impressão digital de toda a classe.
2. Em relação à Tabela 2, calcular a porcentagem de concordância nos padrões de

## Ficha 1 – Registro de dados individuais de impressão digital (Atividade 1)

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Quadro 1. Dados individuais de impressão digital.

Dedos	Mão direita			Mão esquerda			Concordância	Padrões	Frequência	
	Impressão digital	Padrão	n° linhas	Impressão digital	Padrão	n° linhas				
Polegar								Espiral		
Indicador								Alça U		
Médio								Alça R		
Anular								Arco		
Mínimo								Alça dupla		
			<b>Total de linhas</b>				<b>Total de linhas</b>			
			<b>Total de linhas da mão esquerda e direita</b>							

impressão digital da turma, para os mesmos dedos das diferentes mãos. Comparar os padrões de impressão digital das próprias mãos com os obtidos dos demais indivíduos da classe. Que conclusões podem ser tiradas?

3. Em relação à Tabela 3, caracterizar a distribuição fenotípica dos indivíduos da classe calculando a média, variância e o desvio padrão. A seguir, apresentar os dados da tabela em forma de um histograma

de frequências. Comparar os dados individuais com os resultados da classe. Que conclusões podem ser tiradas? Dividir a amostra de estudantes, quanto ao sexo, em dois grupos. O que se pode concluir sobre o papel da variável sexo nos resultados?

4. Considerando que os resultados obtidos sejam representativos de uma população, o que se pode concluir sobre essas frequências encontradas?



Estudante	Espiral	Alça U	Alça R	Arco
1				
2				
3				
etc				
<b>TOTAL</b>				

**Tabela 1.**

Dados numéricos da quantidade de cada padrão de impressão digital encontrado pelos alunos da classe.

Estudante	Polegar	Indicador	Médio	Anelar	Mínimo
1					
2					
3					
etc					
<b>TOTAL</b>					

**Tabela 2.**

Dados da concordância dos padrões das impressões digitais (entre as duas mãos) da classe para os diferentes dedos: (1 = presença de concordância; 0 = ausência de concordância).

Estudante	Sexo	Número total de linhas
1		
2		
3		
etc		
<b>TOTAL</b>		

**Tabela 3.**

Dados de distribuição fenotípica do número total de linhas digitais para a classe.

**Ficha 2 – Similaridade entre indivíduos aparentados e não aparentados (atividade 3)**

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Grau de parentesco: \_\_\_\_\_

**Tabela 4.** Similaridade entre parentes

Dedos	Mão direita			Mão esquerda		
	Impressão digital	Padrão	n° linhas	Impressão digital	Padrão	n° linhas
<b>Polegar do parente</b>						
<b>Meu polegar</b>						
	<b>Concordância</b>			<b>Concordância</b>		

**Tabela 5.** Similaridade entre não parentes

Dedos	Mão direita			Mão esquerda		
	Impressão digital	Padrão	n° linhas	Impressão digital	Padrão	n° linhas
<b>Polegar do não parente</b>						
<b>Meu polegar</b>						
	<b>Concordância</b>			<b>Concordância</b>		

## ATIVIDADE 3 – SIMILARIDADE ENTRE INDIVÍDUOS APARENTADOS E NÃO APARENTADOS

### Objetivo

Observar e analisar a variação dos padrões de impressão digital entre pares de indivíduos aparentados e pares de indivíduos não aparentados.

### Material necessário

Para a coleta das impressões digitais, utilizar o mesmo material descrito para a Atividade 1.

### Procedimento

1. Fazer a Identificação da ficha 2, da Atividade 3, preenchendo todos os campos existentes.
2. Utilizar o coletor de impressão digital para tirar as impressões digitais dos polegares de um de seus parentes, de preferência em primeiro grau (pais ou irmãos). Recortar e colar na área específica da folha de Atividade 3 protegendo a tinta com o auxílio da fita adesiva transparente.
3. Repetir o procedimento descrito no item anterior com um indivíduo não aparentado (colega de classe ou outro).
4. Preencher as Tabelas 4 e 5 contidas na Ficha 2, indicando o padrão de cada im-

pressão digital coletada, assim como o número de linhas. Os dados de concordância devem ser preenchidos comparando-se as impressões digitais dos seus polegares (coletados na Ficha 1) com as impressões do indivíduo aparentado e não aparentado para os dois polegares. Preencher a informação de concordância utilizando 0 (zero) para designar ausência e 1 (um) para designar presença de concordância.

5. Analisar os resultados dos padrões das digitais e da contagem das linhas. Houve concordância entre as próprias mãos e as do seu parente? Houve concordância entre as próprias mãos e as do indivíduo que não é seu parente? Que conclusão pode ser tirada?

## ATIVIDADE 4 – COLETA E ANÁLISE DE DADOS DE CONCORDÂNCIA E PARENTESCO

### Objetivo

Organizar em tabelas e analisar os dados coletados na Atividade 3 de todos os alunos da classe.

### Procedimento

1. Preencher as Tabelas 6 e 7 com os dados da Atividade 3 de todos os estudantes.

Estudantes	Polegar	Concordância dos polegares	
		Parentes	Não parentes
1	Direito		
	Esquerdo		
2	Direito		
	Esquerdo		
3	Direito		
	Esquerdo		
etc.	Direito		
	Esquerdo		
<b>TOTAL</b>			

**Tabela 6.**

Dados de concordância entre as impressões digitais de indivíduos parentes e não parentes, da classe. (1 = presença de concordância; 0 = ausência de concordância).

**Tabela 7.**

Dados de número de linhas dos polegares dos estudantes, dos parentes e dos não parentes.

Estudantes	Soma das linhas dos polegares		
	Dados individuais	Parentes	Não parentes
1			
2			
3			
etc.			
<b>TOTAL</b>			

### Análise de dados: para pensar e responder

1. Utilizando dados da Tabela 6, calcular a porcentagem de concordância total entre os diferentes pares de impressões digitais da classe (estudante/parente X estudante/não parente). Que conclusão pode ser tirada?
2. Comparar o número de linhas dos pares: estudante/parente versus estudante/não parente. Qual a principal observação relativa à comparação desses pares?
3. Construir dois gráficos de pontos de correlação utilizando os dados da Tabela 7. No primeiro deles, considerar as variáveis “dados individuais” e “parentes” presentes na tabela. No segundo gráfico, considerar as variáveis “dados individuais” e “não parentes”. Quais as principais conclusões?
4. O que se esperaria encontrar sobre as semelhanças e diferenças das impressões digitais entre os gêmeos monozigóticos? Consulte dados da literatura para saber mais sobre esse assunto.

### REFERÊNCIAS

- MENDENHALL, G.; MERTENS, T.; HENDRIX, J. Fingerprint Ridge Count: a polygenic trait useful classroom instruction. *The American Biology Teacher*. v. 51, n. 4, p. 204-207, 1989.
- FOGLE, T. Using dermatoglyphics from Down Syndrome and class populations to study the genetics of a complex trait. In: O'DONNELL, M. A. *Tested studies for laboratory teaching*, v. 25, p.414, 2004.
- the genetics of a complex trait. p. 99-124, in O'DONNELL, M. A. *Tested studies for laboratory teaching*, v. 25, p.414, 2004.
- JAIN, A.K.; PRABHAKAR, S.; PANKANTI, S. On the similarity of identical twin fingerprints. *Pattern Recognition*, v. 35, p. 2653–2663, 2002.
- KARMAKAR, B.; MALKIN, I.; KOBLYAN-SKY, E. Inheritance of finger pattern types in MZ and DZ twins. *HOMO Journal of comparative human biology*. v. 62, p. 298-306, 2011.
- KRISHAN, K.; MPHIL, A.G.; KANCHAN, T. Sex differences in fingerprint ridge density – Causes and further observation. *Journal of forensic and legal medicine*. v. 17, p. 172-173, 2010.
- MARTINS, A. D.; ROSCIA, P.J. Bases morfo-genéticas na formação dos desenhos digitais: estudo em gêmeos monozigóticos. Monografia apresentada como requisito para conclusão da especialização em Genética Humana, na Universidade de Brasília. 2007.
- MEDLAND, S.; LOESCH, D.; MDZEWSKI, B.; ZHU, G.; MONTGOMERY, G. MARTIN, N. Linkage Analysis of a Model Quantitative Trait in Humans: Finger Ridge Count Shows Significant Multivariate Linkage to 5q14.1. *Plos Genetics*, v. 3, n. 9, p. 1736-1744, 2007.
- MENDENHALL, G.; MERTENS, T.; HENDRIX, J. Fingerprint Ridge Count: a polygenic trait useful classroom instruction. *The American Biology Teacher*, v. 51, n. 4, p. 204-207, 1989.
- RAMANI, P; ABHILASH, P.R.; SHERLIN, H., ANUJA, N.; PREMKUMAR, P; CHANDRASEKAR, T.; SENTAMILSELVI, G.; JANAKI, V. R. Conventional dermatoglyphics – revived concept: a review. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, v.2, n. 3 p. 446-458, 2011.