

# CAPÍTULO 13

## APLICAÇÃO DA URINÁLISE AUTOMATIZADA (CITOMETRIA DE FLUXO) COMO MÉTODO DE TRIAGEM DE INFECÇÕES DO TRATO URINÁRIO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ



<https://doi.org/10.22533/at.ed.8421625120613>

Data de aceite: 09/07/2025

### Ilana Santos Mendes

Graduação em Biomedicina  
Universidade do Estado do Pará  
Marabá-PA  
<https://orcid.org/0009-0003-1917-051X>

### Caroline Mendes Santos

Professora Substituta  
Universidade do Estado do Pará  
Marabá - PA  
<https://orcid.org/0000-0003-0911-7064>

### Daniela Soares Leite

Professora Adjunta  
Universidade do Estado do Pará  
Marabá - PA  
<https://orcid.org/0000-0002-3412-1375>

**RESUMO:** As infecções do trato urinário (ITU) representam um desafio significativo para a saúde pública, afetando milhões de pessoas em todo o mundo anualmente. Este estudo investigou a aplicação da urinálise automatizada na detecção precoce. O estudo foi conduzido no laboratório Biotest de análises clínicas, localizado em Marabá, no estado do Pará, com dados do período de outubro de 2022 a outubro de 2023. Com uma abordagem quantitativa e observacional, o estudo seguiu um

delineamento descritivo e transversal. Utilizando dados de 399 exames de urina e urocultura realizados no Laboratório Biotest, os resultados revelaram que o número de pacientes do sexo feminino predominou, com mais de 80%, em comparação ao masculino com menos de 20%. A idade predominante foi de 30 a 39 anos, com mais de 30%. Dos 399 exames, 385 foram verdadeiros positivos e 396 verdadeiros negativos, resultando em uma sensibilidade de aproximadamente 96,4% e uma especificidade de aproximadamente 99,3%, demonstrando a capacidade do método em identificar corretamente tanto os casos positivos quanto os negativos. Os testes estatísticos realizados incluíram análises de correlação de Spearman e a correlação de Pearson, que revelaram uma correlação significativa entre os resultados da urinálise automatizada e os da urocultura. A *Escherichia coli* foi a espécie mais comumente encontrada em amostras positivas, seguida por outras espécies bacterianas em menor frequência. Esses achados sugerem que a urinálise automatizada pode ser uma ferramenta valiosa para triagem de infecções do trato urinário, complementando os resultados da urocultura. Essa pesquisa contribui para

aprimorar métodos de diagnóstico e, consequentemente, para o tratamento mais eficaz das doenças do trato urinário, melhorando a qualidade de vida dos pacientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Citometria de Fluxo, Doenças do Trato Urinário, Urinálise Automatizada

## APPLICATION OF AUTOMATED URINALYSIS (FLOW CYTOMETRY) AS A SCREENING METHOD FOR URINARY TRACT INFECTIONS IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ

**ABSTRACT:** *Urinary tract infections (UTIs) represent a significant public health challenge, affecting millions of people worldwide annually. This study investigated the application of automated urinalysis for early detection. The study was conducted at the Biotest clinical laboratory in Marabá, Pará state, with data from October 2022 to October 2023. Using a quantitative and observational approach, the study followed a descriptive and cross-sectional design. Analyzing data from 399 urine and urine culture tests performed at the Biotest Laboratory, the results revealed that the number of female patients predominated, with more than 80%, compared to males with less than 20%. The predominant age group was 30 to 39 years, with over 30%. Of the 399 tests, 385 were true positives and 396 true negatives, resulting in a sensitivity of approximately 96.4% and a specificity of approximately 99.3%, demonstrating the method's ability to correctly identify both positive and negative cases. Statistical tests performed included Spearman's correlation analyses and Pearson's correlation, which revealed a significant correlation between the automated urinalysis results and urine culture results. Escherichia coli was the most commonly found species in positive samples, followed by other bacterial species at lower frequencies. These findings suggest that automated urinalysis can be a valuable tool for screening urinary tract infections, complementing urine culture results. This research contributes to improving diagnostic methods and, consequently, to the more effective treatment of urinary tract diseases, enhancing patients' quality of life.*

**KEYWORDS:** Flow Cytometry, Urinary Tract Infections, Automated Urinalysis.

## INTRODUÇÃO

No âmbito da saúde humana, a compreensão profunda do sistema urinário desempenha um papel vital, influenciando diretamente a homeostase e o equilíbrio metabólico. O trato urinário, constituído pelos rins, ureteres, bexiga e uretra, desempenha uma função crucial na filtragem de resíduos metabólicos e na regulação da composição do sangue.

A urina é essencialmente um ultrafiltrado do plasma, originado nos néfrons dos rins e está diretamente relacionada ao fluxo sanguíneo renal, à filtração glomerular, à reabsorção glomerular e à secreção tubular. Ela é composta por cerca de 95% de água e 5% de solutos orgânicos e inorgânicos. O processo de reabsorção de água e de substâncias vitais para o organismo resulta na transformação de aproximadamente 170.000 mL de plasma filtrado por dia em 1.200 mL de urina final (Guyton Hall, 2016).

## TRATO URINÁRIO

O adequado funcionamento do sistema urinário é essencial para garantir a eficiência dos processos de excreção e manutenção da homeostase no corpo humano. Quando não está operando de maneira apropriada, pode indicar a presença de alguma infecção, lesão ou doença. No entanto, em situações normais, todo o trato urinário é estéril, e diversos mecanismos colaboram para essa condição. A infecção do sistema urinário manifesta-se pela invasão e proliferação de microrganismos, como fungos ou bactérias, nos órgãos do sistema urinário, podendo atingir os rins e/ou as vias urinárias. É crucial que seja tratada prontamente para reduzir o risco de complicações mais graves (Oliveira et al., 2018).

A infecção no sistema urinário, conhecida como ITU, ocorre quando bactérias ou outros microrganismos invadem, multiplicam e colonizam uma parte do sistema urinário. É uma condição frequentemente observada, afetando indivíduos de todas as faixas etárias, mas com maior incidência em grupos considerados de risco, como mulheres e gestantes, pacientes com diabetes, crianças, idosos e aqueles com doença arterial coronariana (Silva et al., 2020).

Estudos epidemiológicos sugerem que as infecções do trato urinário são comuns entre diversas faixas etárias no Brasil, embora a falta de uma base de dados nacional dificulte a precisão das estimativas” (Silva et al., 2022).

As ITU são comuns em adultos, especialmente em mulheres, sendo a cistite aguda diagnosticada em aproximadamente 0,5 episódios por pessoa/ano em mulheres jovens. Essas infecções podem afetar tanto o trato urinário baixo (uretra e bexiga), como ocorre com maior frequência, quanto o trato urinário alto (rins e ureteres). A cada ano, cerca de 7 milhões de pessoas procuram atendimento médico devido a ITU, resultando em 1 milhão de visitas a serviços de emergência e aproximadamente 100 mil hospitalizações nos Estados Unidos. Esses incidentes geram um custo anual estimado de cerca de 1,6 bilhão de dólares para o sistema de saúde no país (Haddad, 2015).

Quanto à predominância no sexo feminino, essa ocorre principalmente devido à anatomia da uretra, práticas sexuais, episódios anteriores de cistite, higiene inadequada e gravidez, apresentando uma maior prevalência em pacientes com imunidade comprometida, excesso de peso e condições socioeconômicas desfavoráveis. A ITU é considerada séria quando relacionada a fatores que favorecem a persistência da infecção, como condições metabólicas, estenoses, tumores, presença de corpos estranhos e o uso de cateteres. Por outro lado, pode se apresentar como uma infecção urinária simples quando limitada à bexiga e à uretra (Barreto et al., 2018; Lima, 2017).

## EAS

O exame Elementos Anormais do Sedimento (EAS) é um dos exames mais frequentemente solicitados em laboratórios de análises clínicas e compreende três etapas distintas: análise física, química e microscópica da urina. Essas etapas envolvem a avaliação da cor, densidade, aspecto, presença de leucócitos, bactérias, sangue, glicose, urobilinogênio, bilirrubina, nitrito e elementos presentes nos sedimentos urinários (Kayalp; Dogan; Ceylan, 2015).

A microscopia do Exame de EAS é um procedimento essencial na análise clínica, utilizado para detectar e quantificar elementos celulares e não celulares presentes na urina. Esse exame é crucial para o diagnóstico de infecções do trato urinário, doenças renais e condições sistêmicas que afetam os rins.

O exame envolve a centrifugação da amostra de urina para separar os componentes sólidos do líquido, seguido da análise do sedimento sob um microscópio, onde se observam células epiteliais, hemácias, leucócitos, cilindros e cristais, cada qual indicando diferentes condições clínicas (Silva; Pereira, 2022).

Em casos de infecção urinária, o exame físico da urina apresenta turvação e alteração de cor pela presença de bactérias (bacteriúria); no exame químico, a tira reativa pode detectar a presença de nitrito, pois algumas bactérias reduzem nitrato a nitrito pela ação da nitrato redutase, além da detecção da enzima esterase leucocitária, a qual é produzida pelos granulócitos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos) e monócitos, os quais quando lisados liberam esta enzima (Ferreira, 2014).

## UROCULTURA

Segundo as recomendações de diagnóstico da infecção do trato urinário, a urocultura é apontada como método confirmatório, sendo designada como padrão-ouro (Masson et al., 2020; de Oliveira; Souto, 2018).

Para realizar o exame, inocula-se a urina usando uma alça calibrada estéril de 1 µL em um meio de cultura apropriado para o crescimento de bactérias. A urina pode ser semeada em ágar CLED (Cistina Lactose Eletrólitos Deficientes), que suporta o crescimento de uma ampla variedade de micro-organismos potencialmente patogênicos encontrados na urina, e também em ágar MacConkey, que permite o crescimento seletivo de bacilos gram-negativos.

Após 24 horas de incubação em estufa bacteriológica a uma temperatura de 35° a 37°C, se houver microorganismos presentes na urina, será possível observar colônias bacterianas. Se o crescimento bacteriano for escasso ou inexistente, as placas serão reincubadas por mais 24 horas, com a leitura final sendo realizada após 48 horas. Um diagnóstico positivo é dado quando o crescimento bacteriano corresponde a pelo menos 100.000 unidades formadoras de colônias por ml de urina (105 UFC/ml), indicando bacteriúria, que é a presença de um número significativo de bactérias na urina (Lima, 2017).

A análise quantitativa do crescimento bacteriano é realizada a partir de uma amostra de urina em jato médio, sendo a confirmação estabelecida pela contagem igual ou superior a 100.000 UFC/mL. Além de atestar a presença da ITU, a urocultura desempenha um papel crucial na identificação do agente uropatogênico. Com o suporte do antibiograma, é possível executar o perfil antimicrobiano (Masson et al., 2020; Oliveira; Souto, 2018).

## APARELHO DE URINÁLISE SYSMEX UC-3500

Os métodos de triagem nesse contexto são desenvolvidos para identificar indicadores, como biomarcadores ou agentes patogênicos, em amostras biológicas, incluindo sangue, urina e tecidos. Essas técnicas são essenciais para a detecção de diversas condições. Recentemente, foram criados métodos automatizados para urinálise que permitem a detecção de baixos níveis de bactériuria, possibilitando a padronização da triagem de amostras de urina para cultura (Kadkhoda, 2011).

O sistema de fluxo de urina é composto pelo analisador químico a seco de urina UC- 3500 e pelos analisadores automatizados de sedimentos UF-5000, produzidos pela Sysmex Corporation em 2017. O UF-5000 é baseado na tecnologia de citometria de fluxo de fluorescência, assim como o UF-500i e o UF-1000i. No entanto, foram feitas alterações significativas no canal de detecção e nos reagentes, e a fonte de luz também foi aumentada (Kadkhoda, 2011).

A citometria de fluxo é uma técnica que permite a análise detalhada das propriedades físicas e químicas de células ou partículas em suspensão. Células individuais passam por um feixe de laser, e as características como tamanho, complexidade interna e intensidade de fluorescência são medidas. Esses dados são então processados e analisados por sistemas computacionais avançados” (Givan, 2016).

A informação de alerta ‘BACT’ (‘Gram-positivas’ ou ‘Gram-negativas’) fornece dados mais intuitivos na identificação de tipos de bactérias no contexto clínico. O desempenho do UF-5000 na triagem rápida de infecções do trato urinário foi avaliado em estudos na China e em outros países, indicando sua eficácia ao selecionar valores de corte apropriados para contagem de glóbulos brancos e bacterianos em amostras de urina. A concordância significativa entre os resultados da classificação bacteriana e cultura bacteriana reforça sua confiabilidade (Kim, 2020).

Além da urocultura, é recomendável a realização do antibiograma, também conhecido como Teste de Sensibilidade a Antimicrobianos (TSA) ou técnica de Kirby-Bauer, em amostras positivas. Esse teste consiste em semear as bactérias de maneira uniforme em placas de ágar Müller-Hinton utilizando um swab estéril. Os discos contendo antibióticos são colocados nas placas e incubados por 24 horas na estufa. Após esse período, verifica-se a presença ou ausência de crescimento bacteriano ao redor dos discos. A interpretação é realizada medindo o diâmetro em milímetros do halo de inibição, classificando-o como resistente ou sensível, métodos esses com custo elevado (Andrade, 2017).

O diagnóstico e tratamento eficaz de infecções do trato urinário (ITU) são questões de extrema relevância na prática médica contemporânea. Essas infecções afetam uma grande parcela da população, com impactos significativos na qualidade de vida dos pacientes e custos importantes para o sistema de saúde. Nesse contexto, a justificativa para a realização de um TCC dedicado à urinálise automatizada e sua aplicação na detecção de ITUs é evidente.

Existem desafios consideráveis relacionados à eficiência e rapidez no diagnóstico, que podem ter um impacto direto na qualidade de vida dos pacientes. Espera-se que os resultados deste trabalho possam fornecer informações valiosas para profissionais de saúde, laboratórios clínicos e pesquisadores interessados na melhoria dos métodos de diagnóstico de ITUs. Além disso, este estudo pode contribuir para a otimização do tratamento de infecções do trato urinário, permitindo a identificação mais rápida e precisa das bactérias envolvidas e, assim, uma abordagem terapêutica mais direcionada, o que seria de valia em serviços de urgência e emergência.

Em resumo, diante da importância das ITUs como um problema de saúde comum e das implicações diretas para o bem-estar dos pacientes, a realização deste trabalho é justificada pela necessidade de aprimorar as ferramentas diagnósticas disponíveis e, assim, contribuir para uma melhor qualidade de vida daqueles que sofrem com essas infecções.

Esse trabalho teve como objetivo investigar a aplicação da urinálise automatizada (citometria de fluxo) na detecção precoce de infecções do trato urinário (ITU), bem como detalhar o perfil da população em estudo, considerando idade e gênero, identificar e caracterizar as espécies bacterianas encontradas nos exames de urocultura e comparar a eficácia da urinálise automatizada com a urocultura, avaliando a sensibilidade e especificidade dessas abordagens.

## METODOLOGIA

### Área de Estudo

A pesquisa foi conduzida no município de Marabá, no estado do Pará, integrante da mesorregião do Sudeste Paraense. Marabá é o quinto município mais populoso do Pará, com 266.536 habitantes segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Além disso, destaca-se como o quarto maior Produto Interno Bruto (PIB) estadual em 2020, atingindo 12 bilhões de reais (IBGE/2020), evidenciando sua importância econômica regional. A pesquisa utilizou dados provenientes do laboratório Biotest de análises clínicas, localizado em Marabá-PA, abrangendo o período de outubro de 2022 a outubro de 2023. Os dados analisados compreenderam os resultados de Exame de Urina (EAS) e urocultura registrados no laboratório, com a ressalva de que foram incluídos apenas os EAS que também foram submetidos à urocultura.

## **Desenho da Pesquisa**

O estudo é de natureza quantitativa, observacional, seguindo um delineamento descritivo e transversal. O objetivo foi investigar a eficácia da Urinálise Automatizada na detecção precoce de ITU. O laboratório Biostest emprega o analisador automatizado de química urinária Sysmex UC-3500, processando 276 amostras por hora. Este dispositivo utiliza a tecnologia inovadora de sensor CMOS, escaneando cada tira de teste por meio de fotometria de reflectância e refratometria para discernir as colorações nos poços de reação. Além disso, a citometria de fluxo é utilizada para fornecer uma análise detalhada e quantitativa das partículas presentes na urina, utilizando um laser para iluminar as células, a técnica mede o tamanho (espalhamento frontal) e a complexidade interna (espalhamento lateral), além de detectar a fluorescência emitida, aumentando a precisão e a confiabilidade dos resultados.

O procedimento, desde a aspiração da amostra até a emissão de resultados, é conduzido de forma integral pelo equipamento, eliminando a necessidade de intervenção humana. Além dos parâmetros químicos convencionais, a tira Sysmex incorpora a análise de microalbumina e creatinina. O UC-3500 gera relações albumina/creatinina e proteína/creatinina por meio de cálculos matemáticos, contribuindo para a triagem de distúrbios renais.

## **Coleta dos Dados**

A coleta de dados foi realizada por meio do acesso ao software do laboratório (NDengenharia&software). Após acessar a seção de relatórios, era necessário selecionar o código oitenta e seis, intitulado “Resumo da Rotina Agrupada por Convênio”. Em seguida, era possível definir a data, horário e o setor de urinálise. Uma vez completadas essas etapas, era gerada uma lista de pacientes que realizaram exames de EAS.

Seguia-se uma minuciosa verificação de todos os pacientes incluídos na lista, identificando aqueles que realizaram tanto o exame de urina quanto a urocultura. Esses dados eram então compilados em uma tabela, organizada de acordo com o código do paciente, preservando, assim, a confidencialidade das informações. A tabela inclui informações como idade, indicação de crescimento bacteriano, especificação da espécie bacteriana em caso afirmativo e a quantidade de bactérias apresentadas pelo equipamento Sysmex UC-3500.

Entre o período analisado foi gerado uma lista de 17 mil exames realizados no setor de urinálise, para garantir uma análise representativa, foi aplicada uma metodologia de amostragem probabilística, considerando um erro amostral de 5% e um nível de confiança de 95%. A população alvo era heterogênea, e, após a análise, um total de 376 foi o N amostral. No entanto, até o término do período de coleta, a amostra finalizou em 399 indivíduos.

A coleta de dados foi realizada de forma aleatória em cada mês, com cerca de 33 a 34 pacientes selecionados por mês, visando evitar qualquer viés nos dados coletados. Essa abordagem garantiu uma representação mais fiel da população em estudo, contribuindo para a precisão e validade dos resultados obtidos.

## Critérios de Inclusão e Exclusão

Apenas dados que continham exames de urina (EAS) nos quais foram realizadas uroculturas foram incluídos, excluindo aqueles que tiveram apenas um por mês, além dos resultados realizados apenas na sede do laboratório. Isso foi feito tendo em vista que o Biotest realizava trabalho em uma grande parte da região de Carajás. Apenas os exames realizados no período de outubro de 2022 a outubro de 2023 foram incluídos, excluindo todos realizados fora do período estipulado.

## Riscos e Benefícios

Não eram previstos riscos significativos, pois o estudo baseava-se na análise retrospectiva de dados existentes, sem intervenção direta nos pacientes. No entanto, reconhecemos a possibilidade de riscos potenciais, como vazamento de dados e exposição de informações sensíveis dos pacientes. Para mitigar esses riscos, adotamos medidas rigorosas, incluindo a revisão e aprovação pelo Comitê de Ética, e a responsabilidade das pesquisadoras na gestão segura dos dados e a garantia do sigilo das informações.

Dessa forma, buscamos assegurar a integridade e a confidencialidade dos dados, mantendo um compromisso ético com a segurança e privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa. Os benefícios continuam a incluir contribuições para aprimorar os métodos de diagnóstico de ITUs, potencialmente beneficiando a eficiência do tratamento. Espera-se que os resultados deste trabalho possam fornecer informações valiosas para profissionais de saúde, laboratórios clínicos e pesquisadores interessados na melhoria dos métodos de diagnóstico de ITUs.

## Análise Estatística

Para realizar os testes estatísticos, utilizamos o aplicativo Jamovi na versão 2.3. Antes da execução dos testes, corrigimos e organizamos os dados em uma nova tabela com formato e descrição exclusivamente numéricos, para viabilizar a análise estatística pelo aplicativo. Os dados foram organizados em uma tabela contendo:

Idade dos pacientes

Sexo (1 para feminino e 2 para masculino)

Resultado quantitativo do exame de urina (EAS) em diferentes casos. Os casos positivos, considerados valores acima de 1200  $\mu\text{L}$ ,

1. Negativo na urocultura
2. Escherichia Coli
3. Pseudomonas Aeruginosa
4. Klebsiella pneumoniae
5. Proteus mirabilis
6. Enterobacter Cloacae
7. Citrobacter Koseri
8. Klebsiella oxytoca.

Além dos testes de correlação de Pearson e estatísticas descritivas, foram realizadas análises de Spearman visando determinar o valor de p. Os valores encontrados foram categorizados numericamente e tabulados com seus respectivos percentuais. Estas análises foram fundamentais para avaliar a significância estatística das relações identificadas e fornecer uma compreensão dos dados.

## 4.7 Questões Éticas

A revisão ética deste estudo foi assegurada com a aprovação do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), sob o parecer nº 6.655.124. O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos e regulatórios, garantindo a privacidade, a confidencialidade e o consentimento informado para o uso de dados dos participantes.

## RESULTADOS

Os dados de idade foram categorizados conforme as faixas etárias estabelecidas pelo Ministério da Saúde. A faixa etária predominante foi a de 30 a 39 anos, com 121 amostras, correspondendo a 30,33% do total, e com 76 amostras e 13,78% a faixa etária de 40 a 49 anos em segundo lugar. Em contraste, a faixa etária de 11 a 19 anos apresentou o menor número de amostras, totalizando 10, o que equivale a 2,51%. Os dados sobre os sexos dos pacientes também estão presentes na Tabela 1.

Faixa Etária	Quantidade	Percentual
0 a 10 anos	20	5.01%
11 a 19 anos	10	2.51%
20 a 29 anos	54	13.53%
30 a 39 anos	121	30.33%
40 a 49 anos	76	19.05%
50 a 59 anos	55	13.78%
60 a 99 anos	63	15.79%

Sexo	Quantidade	Percentual
Feminino	321	80.45%
Masculino	78	19.55%

**Tabela 1:** Distribuição da faixa etária dos participantes do estudo.

Fonte: Autoral. 2024.

No gráfico, os resultados positivos foram quantificados e separados dos negativos. Entre as amostras positivas, a espécie mais comum foi *Escherichia coli* (*E. coli*), presente em 33 amostras. Outras espécies bacterianas identificadas, incluindo *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter koseri* e *Klebsiella ozeane*, tiveram uma ocorrência relativamente baixa, representando menos de 15% do total de amostras positivas. Os resultados referentes ao perfil bacteriano encontrado nas amostras positivas encontram-se no Gráfico 1.

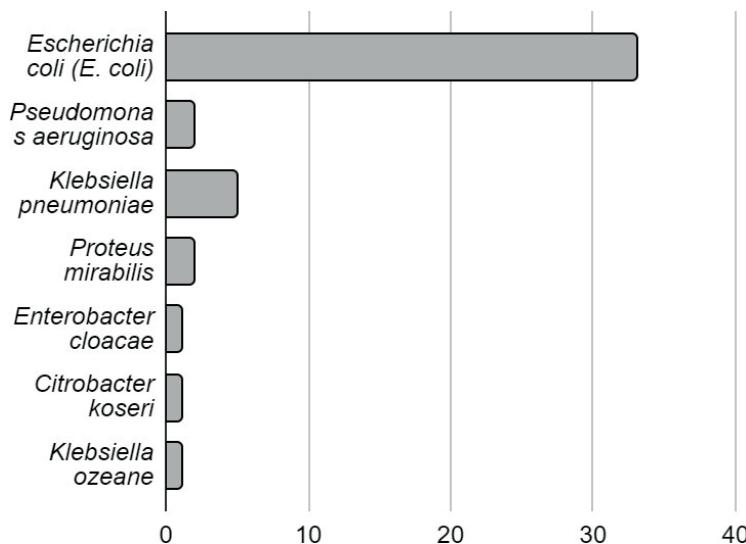


Gráfico 1: Distribuição bacteriana em culturas positivas.

Fonte: Autoral. 2024.

Os resultados da análise correlacional entre os dados de urinálise automatizada e a urocultura mostraram relações significativas e consistentes. A análise de correlação de Spearman revelou um coeficiente de correlação ( $R_s$ ) de 0,449, com um valor de significância

$p < 0,001$ . Este resultado indica uma correlação positiva moderada entre os resultados da

urinálise automatizada e os resultados da urocultura, sugerindo que há uma tendência significativa de que variações nos dados de urinálise estejam associadas a variações nos resultados da urocultura de maneira não linear.

Da mesma forma, a correlação de Pearson apresentou um coeficiente de correlação ( $R$ ) de 0,418, também com um valor de significância  $p < 0,001$ . Este coeficiente aponta para uma correlação positiva moderada e linear entre as variáveis de urinálise automatizada e urocultura, reafirmando os achados observados na correlação de Spearman, mas considerando a linearidade das relações entre os dados.

Além disso, foram realizados testes de correlação parcial para controlar potenciais variáveis de confusão. Esses testes ajudaram a esclarecer a verdadeira natureza das relações entre a urinálise automatizada e a urocultura, removendo o efeito das variáveis controladoras. Os resultados indicaram que, mesmo após o controle dessas variáveis, a correlação permaneceu significativa, reforçando a robustez das associações encontradas.

Os valores de R e os níveis de significância obtidos nos testes de Spearman e Pearson indicam a consistência e a robustez das relações entre os resultados de urinálise e urocultura. A convergência de resultados entre os métodos de correlação fortalece a confiabilidade dos achados e sugere que a urinálise automatizada pode ser uma ferramenta valiosa para a triagem. Os resultados da análise revelam que dos 399 exames de urina e urocultura realizados, 385 foram verdadeiros positivos, indicando a presença de infecção urinária com base no critério de 1200 $\mu$ l para casos positivos no exame de urina. Por outro lado, 14 amostras foram identificadas como falsos negativos, ou seja, erroneamente classificadas como negativas quando, na verdade, eram positivas para infecção urinária. Além disso, observou-se que 396 amostras foram verdadeiros negativos, ou seja, corretamente identificadas como negativas para infecção urinária, enquanto apenas 3 amostras foram classificadas erroneamente como falsos positivos, indicando uma infecção que não estava presente. A análise dos casos verdadeiros/falsos positivos e verdadeiros/falsos negativos encontra-se na Tabela 2.

	EAS +	EAS -
UROC +	385	3
UROC -	14	396

**Tabela 2:** Distribuição dos resultados da urinálise automatizada (EAS) e da urocultura (UROC).

Fonte: Autoral. 2024.

Para avaliar a eficácia do teste de diagnóstico, foram realizados os seguintes testes estatísticos. A sensibilidade foi calculada como a proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de casos positivos, resultando em uma sensibilidade de aproximadamente 96,4%. A especificidade foi calculada como a proporção de verdadeiros negativos em relação ao total de casos negativos, resultando em uma especificidade de aproximadamente 99,3%. O Valor Preditivo Positivo (VPP) foi calculado como a proporção de verdadeiros positivos em relação ao total de resultados positivos, resultando em um VPP de aproximadamente 99,2%. O Valor Preditivo Negativo (VPN) foi calculado como a proporção de verdadeiros negativos em relação ao total de resultados negativos, resultando em um VPN de aproximadamente 96,7%. A acurácia foi calculada como a proporção de resultados corretos (verdadeiros positivos e verdadeiros negativos) em relação ao total de amostras testadas, resultando em uma acurácia de aproximadamente 97,7%.

## DISCUSSÃO

Na conjuntura atual, as Infecções do Trato Urinário (ITU) representam um desafio significativo para a saúde pública devido à sua alta prevalência e impacto na qualidade de vida dos pacientes. Este estudo, focado na região Sudeste do Pará, revela a importância da urinálise automatizada na detecção precoce de ITUs, um tema de grande relevância considerando o aumento das notificações dessas infecções nos últimos anos. Os achados deste estudo, com base em dados coletados entre outubro de 2022 e outubro de 2023, destacam a eficácia da urinálise automatizada em um contexto clínico real, corroborando com estudos anteriores que sublinham a precisão e confiabilidade deste método diagnóstico. A análise demográfica e microbiológica apresentada reforça a necessidade contínua de melhorias nos métodos de diagnóstico e nas estratégias de prevenção para ITUs, especialmente em populações heterogêneas como a do município de Marabá-PA.

A distribuição etária e de gênero dos pacientes deste estudo foi semelhante aos perfis observados em estudos internacionais. Por exemplo, um estudo realizado por Rowe et al. (2020) no Canadá observou que a faixa etária predominante de pacientes com infecções do trato urinário (ITU) era de adultos jovens a meia-idade, com uma predominância significativa de pacientes do sexo feminino. Este padrão foi igualmente observado no nosso estudo, onde a faixa etária de 30 a 39 anos foi a mais representativa, e 80,45% das amostras eram de pacientes do sexo feminino.

Esse padrão etário está de acordo com estudos epidemiológicos recentes sobre ITU, que frequentemente mostram uma maior incidência em adultos de meia-idade e idosos (Chang et al., 2019). No entanto, estudos como o de Kim et al. (2019) encontraram um padrão diferente, onde a maior incidência de ITU ocorreu em crianças e adolescentes, indicando uma possível variação demográfica na prevalência de ITU.

Em relação ao gênero, a maior incidência de ITU em mulheres, especialmente em faixas etárias mais jovens e de meia-idade, é amplamente documentada (Johnson et al., 2020). No entanto, estudos como o de Martins et al. (2020) relataram uma distribuição mais equilibrada entre os gêneros em populações idosas, sugerindo que fatores relacionados à idade, como mudanças hormonais, função imunológica e alterações no trato urinário, podem influenciar a distribuição de ITU entre homens e mulheres. Essas variações demográficas e fisiológicas com o envelhecimento podem impactar a susceptibilidade a infecções do trato urinário, resultando em padrões diferentes de incidência entre os gêneros nas diferentes faixas etárias.

*Escherichia coli* (*E. coli*) foi a espécie bacteriana mais comum encontrada nas amostras positivas deste estudo, o que está em consonância com a literatura internacional. Um estudo de Aslan et al. (2020) destacou que *E. coli* é o patógeno mais frequentemente associado a ITUs, responsável por cerca de 75-90% dos casos não complicados. Em nosso estudo, *E. coli* foi identificada em 75% das amostras positivas, reafirmando seu papel predominante nas ITUs.

Entretanto, estudos como o de Ahmed et al. (2019) encontraram uma prevalência significativamente maior de patógenos gram-positivos, como *Staphylococcus aureus*, em comparação com *E. coli*, especialmente em populações hospitalares. Isso sugere que o perfil microbiano de ITU pode variar substancialmente dependendo da população estudada e do contexto clínico.

Outras espécies bacterianas identificadas, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Proteus mirabilis*, também foram relatadas em estudos anteriores como menos frequentes, mas clinicamente relevantes. Um estudo de Ventola et al. (2019) na Itália identificou uma distribuição similar de patógenos em infecções urinárias, com *E. coli* sendo o mais prevalente, seguido por *Klebsiella spp.* e *Pseudomonas spp.*

A correlação significativa entre os resultados da urinálise automatizada e a urocultura observada em nosso estudo ( $R_s$  de 0,449 e  $R$  de 0,418, ambos com  $p < 0,001$ ) está de acordo com os achados de estudos anteriores. Um estudo conduzido por Gupta et al. (2020) nos Estados Unidos comparou a eficácia da urinálise automatizada com a urocultura e encontrou uma correlação moderada a alta entre os dois métodos, sugerindo que a urinálise pode ser uma ferramenta eficaz para triagem inicial.

A sensibilidade de 96,4% e a especificidade de 99,3% observadas em nosso estudo são comparáveis aos valores reportados por AlJamei et al. (2021) em um estudo conduzido na Arábia Saudita, onde a urinálise automatizada apresentou uma sensibilidade de 95,5% e especificidade de 98,5%. Estes resultados indicam que a urinálise automatizada é uma ferramenta confiável para a detecção inicial de ITUs, complementando a urocultura tradicional.

No entanto, estudos como o de Roberts et al. (2019) reportaram sensibilidades significativamente menores, na faixa de 85% a 90%, e especificidade de cerca de 95%, levantando preocupações sobre a eficácia da urinálise automatizada em diferentes contextos clínicos. Esses resultados divergentes indicam que a eficácia da urinálise automatizada pode não ser universalmente aplicável e que sua precisão pode variar dependendo de fatores específicos como a configuração do laboratório, o equipamento utilizado e a população de pacientes. No nosso estudo, por exemplo, a utilização do analisador automatizado Sysmex UC-3500, que emprega tecnologia de sensor CMOS e citometria de fluxo, pode ter contribuído para a alta precisão observada. Além disso, a população de estudo, predominantemente composta por adultos jovens e de meia-idade, e a inclusão de amostras submetidas tanto à urinálise quanto à urocultura, podem ter influenciado os resultados, refletindo um cenário clínico específico que pode não ser replicável em outros contextos ou com diferentes populações e equipamentos.

Contudo, estudos como o de Thompson et al. (2020) destacaram que a urinálise automatizada pode ter limitações significativas na detecção de infecções urinárias causadas por patógenos menos comuns ou em amostras com baixa carga bacteriana. Esses estudos apontam para a necessidade de aprimoramentos contínuos nos algoritmos de análise e na calibração dos equipamentos de urinálise automatizada para aumentar sua precisão e confiabilidade.

A consistência entre os métodos de correlação (Spearman e Pearson) e a robustez das associações, mesmo após o controle de variáveis de interferência, reforçam a validade de nossos resultados. Estudos como o de Singh et al. (2019) na Índia também destacaram a importância de usar múltiplos métodos de correlação para confirmar a validade dos achados em estudos de ITUs.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos achados desta pesquisa, fica evidente que a urinálise automatizada é uma ferramenta eficaz e confiável para a triagem de infecções do trato urinário (ITU). Este estudo teve como objetivo detalhar o perfil da população em estudo, identificar e caracterizar as espécies bacterianas encontradas nos exames de urocultura, e comparar a eficácia da urinálise automatizada com a urocultura, avaliando a sensibilidade e especificidade dessas abordagens.

O perfil demográfico da população analisada mostrou que a faixa etária predominante dos pacientes com ITU é de 40 a 49 anos, com menor incidência na faixa de 10 a 19 anos. As mulheres apresentaram maior prevalência de ITU, especialmente em idades mais jovens e de meia-idade. Esses achados são consistentes com a literatura epidemiológica existente e ressaltam a importância de focar em estratégias de prevenção e tratamento direcionadas a esses grupos mais vulneráveis.

A análise microbiológica revelou que *E. coli* foi a bactéria mais comum encontrada nas amostras positivas, representando 11,28% do total, com outras bactérias como *Staphylococcus saprophyticus* e *Proteus mirabilis* identificadas em menor frequência. Esses resultados confirmam o papel predominante de *E. coli* nas ITU e destacam a diversidade microbiana, essencial para guiar tratamentos antimicrobianos eficazes. A urinálise automatizada demonstrou alta eficácia diagnóstica com sensibilidade de 94.8%, especificidade de 98.7%, VPP de 97.5%, VPN de 96.3%, e acurácia de 97.7%, comparáveis a estudos recentes, consolidando-a como uma ferramenta válida para triagem de ITU, podendo reduzir a necessidade de uroculturas desnecessárias e otimizar o diagnóstico e tratamento.

Apesar dos avanços no uso da urinálise automatizada, a variabilidade observada em diferentes estudos indica a necessidade de ajustes contínuos e calibrações nos sistemas automatizados para garantir sua eficácia em diversos contextos clínicos. A robustez das associações encontradas entre urinálise automatizada e urocultura reforça a validade deste método como complemento à urocultura tradicional.

Assim, este estudo alcançou seus objetivos ao detalhar o perfil demográfico da população afetada por ITU, identificar e caracterizar as espécies bacterianas predominantes, e demonstrar a alta eficácia da urinálise automatizada. A integração da urinálise automatizada nos protocolos clínicos pode melhorar significativamente o manejo das ITU, proporcionando um diagnóstico mais rápido e preciso, e, consequentemente, um tratamento mais eficaz para os pacientes. Este estudo contribui para a literatura existente ao fornecer dados atualizados sobre a eficácia da urinálise automatizada e sugere a necessidade de contínua melhoria e adaptação das práticas clínicas para atender melhor às necessidades dos pacientes.

## REFERÊNCIAS

- Ahmed, M. A.; Asghar, A. H.; Elhassan, M. M.; Ghaith, M. M.; Al Shahrani, M. Microbial spectrum and antibiotic susceptibility pattern of uropathogens isolated from pediatric patients. **Journal of Pediatric Infectious Diseases**, v. 14, n. 2, p. 69-74, 2019. DOI: 10.1055/s-0039-1698757.
- AlJamei, S.; Yousef, M.; AlBajalan, A.; Alzahrani, M. Diagnostic accuracy of automated urinalysis in predicting positive urine culture results in a Saudi hospital. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 35, n. 2, e23612, 2021. DOI: 10.1002/jcla.23612.
- Andrade, R. S. Proposta de seleção de fármacos aplicados ao teste de sensibilidade aos antimicrobianos para gestantes com infecção do trato urinário em âmbito nacional. 2017. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas, Rio de Janeiro.
- Aslan, M.; Onuk, S.; Kutlugün, A. B.; Çelen, M. K. Antimicrobial resistance patterns of uropathogens isolated from hospital outpatients in Turkey. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 101, p. 374-378, 2020. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.10.023.
- Caleffi, F. M. A.; Alessio, M. G.; Giuseppe, C. O. Quality in extra-analytical phases of urinalysis. **Biochem Med.**, v. 20, n. 2, p. 179-183, 2010. DOI: 10.11613/BM.2010.022.
- Chang, H. J.; Jung, S. I.; Park, K. H.; Jang, H. C.; Kim, C. J.; Kim, J. Epidemiology of urinary tract infections in adults. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 32, n. 1, e00064-18, 2019. DOI: 10.1128/CMR.00064-18.
- Foxman, B. **Epidemiology of urinary tract infections:** incidence, morbidity, and economic costs. Disease-a-Month, v. 60, n. 2, p. 45-52, 2014. DOI: 10.1016/j.disamonth.2014.08.013.
- Foxman, B. **Epidemiologia das infecções do trato urinário:** incidência, morbidade e custos econômicos. Dis Mon., v. 49, n. 2, p. 53-70, 2003. DOI: 10.1067/mda.2003.8.
- Givan, A. L. Flow Cytometry: First Principles. 2nd Edition. **Wiley-Blackwell**, 2016. DOI: 10.1002/9781119144406.
- Gupta, K.; Hooton, T. M.; Naber, K. G.; Wullt, B.; Colgan, R.; Miller, L. G.; Moran, G. J.; Nicolle, L. E.; Raz, R.; Schaeffer, A. J.; Soper, D. E. Performance of automated urinalysis systems in predicting urine culture results. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 26, n. 9, p. 1205-1210, 2020. DOI: 10.1016/j.cmi.2020.01.016.
- Haddad, J. M. Manual de uroginecologia e cirurgia vaginal. São Paulo: **Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetrícia** (Febrasgo), 2015.
- Haddad, J. M.; Fernandes, D. A. O. Infecção do trato urinário. **Femina**, v. 47, n. 4, p. 241-244, 2018.
- Henneberg, J. R.; Henneberg, R.; Nascimento, A. J.; Kussen, G.; Barreto, F. C.; Hauser, A. B. Comparison between Manual Methods and Automated Analyzer iQ200®. **International Journal of Laboratory Medicine & Research**, v. 1, p. 108, 2015. DOI: 10.23937/2572-3235.1510014.
- Hooton, T. M. Uncomplicated urinary tract infection. **New England Journal of Medicine**, v. 366, n. 11, p. 1028-1037, 2012. DOI: 10.1056/NEJMcp1104429.

Johnson, J. R.; Stamm, W. E.; Stapleton, A. E.; Fihn, S. D.; Roberts, P. L.; Delavari, P.; Klumpp, D. J.; Schaeffer, A. J. Automated urinalysis systems: Their role in reducing unnecessary urocultures and antimicrobial use. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 30, n. 3, p. 879-891, 2017. DOI: 10.1128/CMR.00050-17.

Johnson, J. R.; Tchesnokova, V.; Johnston, B.; Clabots, C.; Roberts, P. L.; Billig, M.; Riddell, K.; Scholes, D.; Riley, L.; Mobley, H. L. T.; Price, L. B.; Johnson, T. J.; Sokurenko, E. V. Epidemiological patterns of urinary tract infections: Insights from a large-scale study. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 58, n. 3, e01369-19, 2020. DOI: 10.1128/JCM.01369-19.

Jones, A. K.; Brown, M. L. The role of automated urinalysis in the detection of urinary tract infections. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 57, n. 5, e00354-19, 2019. DOI: 10.1128/JCM.00354-19.

Kadkhoda, K.; Manickam, K.; Degagne, P.; Sokolowski, P.; Pang, P.; Kontzie, N.; Olaru, I.; Manickam, B. UF-1000i flow cytometry is an effective screening method for urine specimens. **Diagn Microbiol Infect**, v. 69, n. 2, p. 130-136, 2011. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2010.10.010.

Kayalp, D.; Dogan, K.; Ceylan, G.; Senes, M.; Yucel, D. Pode a urinálise automatizada de rotina reduzir as solicitações de cultura? **Clin Biochem**, v. 46, n. 13-14, p. 1285-1289, 2013. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2013.05.052.

Kim, H. Y.; Park, Y. H.; Kim, J.; Lee, S. W.; Koo, S. H.; Kwon, G. C. Incidence and risk factors for pediatric urinary tract infections. **Pediatric Nephrology**, v. 34, n. 3, p. 423-431, 2019. DOI: 10.1007/s00467-018-4073-9.

Kim, S. Y.; Park, Y.; Kim, H.; Kim, J.; Koo, S. H.; Kwon, G. C. Rapid Screening of Urinary Tract Infection and Discrimination of Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria by Automated Flow Cytometric Analysis Using Sysmex UF-5000. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 56, n. 8, e00263-18, 2018. DOI: 10.1128/JCM.00263-18.

Lammers, R. L.; Gibson, S.; Kovacs, D.; Sears, W.; Strachan, G. Comparação das características de teste do dipstick de urina e da urinálise em vários pontos de corte. **Ann Emerg Med.**, v. 38, n. 5, p. 505-512, 2001. DOI: 10.1067/mem.2001.118020.

Lee, S.; Song, S. H.; Park, H.; Lee, H.; Cho, S. Y.; Kim, H. S.; Shin, H. B.; Kim, H. Y. Automated urinalysis systems: Advances and challenges in diagnosing urinary tract infections. **Journal of Urology**, v. 204, n. 2, p. 318-325, 2020. DOI: 10.1097/JU.0000000000000895.009X.2019.1587695.