

Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1	Objetivos	1
1.1.1	Objetivo General.....	1
1.1.2	Objetivos Específicos	2
2.	Revisión Bibliográfica	3
2.1	Metodologías para la cuantificación del caudal que debe mantenerse en un cauce 3	
2.2	Métodos hidrológicos	4
2.2.1	IHA, RVA y EFC	4
2.2.2	Otras metodologías y comparación con IHA	5
2.2.3	Reciente aplicación de IHA.....	9
2.3	Métodos hidrológicos con meta ecológica.....	10
3.	Antecedentes	13
3.1	Proyecto.....	13
3.2	Zona de estudio	13
3.3	Información sobre peces	16
4.	Metodología	18
4.1	Estudio de métodos de análisis del régimen hidrológico.....	18
4.2	Elección de método de análisis.....	18
4.3	Recopilación de datos.....	21
4.4	Diagnóstico con respecto a la alteración hidrológica del río.....	22
4.5	Selección de atributos y recomendación del régimen hidrológico.....	23
5.	Resultados	24
5.1	Análisis preliminar	24
5.1.1	Series de caudales naturales entregadas por el ONS.....	24
5.1.2	Validación Serie natural ONS y Porto Sao José ONS	25
5.1.3	Series de caudales alterados medidos por estaciones de la ANA.....	27
5.1.4	Comparación entre las series naturales ONS con las alteradas medidas por ANA. 28	
5.2	Caracterización régimen hidrológico	30
5.2.1	Régimen Natural.....	31
5.2.2	Régimen Alterado	34
5.3	Alteración hidrológica	38
5.3.1	Porto Sao José	39
5.3.2	Porto Primavera.....	46

5.3.3	Rosana	50
5.4	Componentes del caudal ecológico	54
5.4.1	Calculo EFC Sao José.....	54
5.4.2	Cálculo EFC Sao José con límite Suzuki et al. (2009).....	56
5.5	Recomendación de régimen hidrológico	59
6.	Análisis de resultados	64
6.1.1	Alteración hidrológica	64
6.1.2	Recomendación régimen hidrológico.....	65
7.	Conclusiones.....	67
8.	Bibliografía	69

Índice de Tablas

Tabla 4.1.	Lista de los grupos de índices de alteración hidrológica y los parámetros hidrológicos que los definen. Fuente: The Nature Conservancy (2011).....	18
Tabla 4.2.	Lista de componentes del caudal ecológico, definición y parámetros hidrológicos que los definen. Fuente: Mathews & Richter (2007).....	20
Tabla 5.1.	Tabla resumen con el valor de los índices IHA y límites para generar las tres categorías RVA, en Porto Sao José y para los años 1964-1986.....	39
Tabla 5.2.	Valor de la alteración hidrológica, HA, para cada índice y categoría RVA, en Porto Sao José y para los años 1964-1986.....	40
Tabla 5.3.	Tabla resumen con el valor de los índices IHA y límites para generar las tres categorías RVA, en Porto Sao José y para los años 1994-2014.....	43
Tabla 5.4.	Valor de la alteración hidrológica, HA, para cada índice y categoría RVA, en Porto Sao José y para los años 1994-2014.....	43
Tabla 5.5.	Tabla resumen con el valor de los índices IHA y límites para generar las tres categorías RVA, en Porto Primavera y para los años 1998-2018.	47
Tabla 5.6.	Valor de la alteración hidrológica, HA, para cada índice y categoría RVA, en Porto Primavera y para los años 1998-2018.	47
Tabla 5.7.	Tabla resumen con el valor de los índices IHA y límites para generar las tres categorías RVA, en Rosana y para los años 1993-2018.....	51
Tabla 5.8.	Valor de la alteración hidrológica, HA, para cada índice y categoría RVA, en Rosana y para los años 1993-2018.....	51
Tabla 5.9.	Límites predeterminados por el software para cada componente del caudal ecológico.	55
Tabla 5.10.	Valor de la mediana y coeficiente de dispersión para cada índice EFC, para el periodo natural y alterado.	55
Tabla 5.11.	Límite del componente del caudal ecológico (inundación), según Santos (2009).....	57
Tabla 5.12.	Valor de la mediana y coeficiente de dispersión para cada índice EFC, para el periodo natural y alterado.	57
Tabla 5.13.	Valor de seis índices EFC en la serie de caudales naturales y para años en los que se tiene información de producción de peces.	57

Tabla 5.14. Valor de tres índices importantes en el desarrollo de peces, en la serie de caudales naturales y para años en los que se tiene información de producción de peces.	58
Tabla 5.15. Valor de seis índices EFC en la serie de caudales alterados y para años en los que se tiene información de producción de peces.	58
Tabla 5.16. Valor de tres índices importantes en el desarrollo de peces, en la serie de caudales alterados y para años en los que se tiene información de producción de peces.	58
Tabla 5.17 Duración de cada pulso de inundación y el mayor, para cada año en los que se tiene datos sobre la producción de peces, para la serie de caudales naturales en Porto Sao José 1984-2014.	62
Tabla 5.18 Duración de cada pulso de inundación y el mayor, para cada año en los que se tiene datos sobre la producción de peces, para la serie de caudales alterados en Porto Sao José 1984-2014.	63

Índice de Figuras

<i>Figura 3.1.</i> Cuenca del rio Paraná alto, embalses mayores y ubicación del área de estudio. Fuente: modificado de Agostinho et al. (2004).	14
<i>Figura 3.2.</i> Abundancia (captura por unidad de esfuerzo - CPUE) de seis especies de peces migratorios capturados en la llanura aluvial del Alto Paraná en los diferentes años (1987-2007) y subsistemas (Paraná, Baía e Ivinheima). Fuente: Suzuki et al (2009). ...	17
<i>Figura 5.1.</i> Serie de caudales naturales para Porto Primavera, entre los años 1931-2018.	24
<i>Figura 5.2.</i> Serie de caudales naturales para Rosana, entre los años 1931-2018.	25
<i>Figura 5.3.</i> Serie de caudales naturales Porto Sao José, entre los años 1931-2018.	25
<i>Figura 5.4.</i> Correlación lineal y regresión entre series ONS y series MBG. Para Porto Sao José, Poto Primavera y Rosana, entre los años 1980 y 2010.	26
<i>Figura 5.5.</i> Correlación lineal y regresión entre la serie Porto Sao José MBG y la suma de las series Porto Primavera MBG y Rosana MBG, entre los años 1980 y 2010.	27
<i>Figura 5.6.</i> Serie de caudales alterados para Porto Primavera, entre los años 1998-2018.	27
<i>Figura 5.7.</i> Serie de caudales alterados para Rosana entre los años 1993-2018.	28
<i>Figura 5.8.</i> Serie de caudales alterados para Porto Sao José entre los años 1964-2014.	28
<i>Figura 5.9.</i> Serie de caudales alterados y naturales para Porto Primavera entre los años 1998-2018.	29
<i>Figura 5.10.</i> Serie de caudales alterados y naturales para Rosana entre los años 1993-2018.	30
<i>Figura 5.11.</i> Serie de caudales alterados y naturales para Porto Sao José entre los años 1964-2014.	30
<i>Figura 5.12.</i> Curva de variación estacional natural en Porto Primavera entre los años 1931-2018, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%.	31
<i>Figura 5.13.</i> Curva de variación estacional natural en Rosana entre los años 1931-2018, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%.	32
<i>Figura 5.14.</i> Curva de variación estacional natural en Porto Sao José entre los años 1931-2018, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%.	32

<i>Figura 5.15.</i> Curva natural de duración para cada mes y anual, en Porto Primavera y entre los años 1931-2018.....	33
<i>Figura 5.16.</i> Curva natural de duración para cada mes y anual, en Rosana y entre los años 1931-2018.	34
<i>Figura 5.17.</i> Curva natural de duración para cada mes y anual, en Porto Sao José y entre los años 1931-2018.....	34
<i>Figura 5.18.</i> Curva de variación estacional alterada en Porto Primavera entre los años 1998-2018, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%. 35	
<i>Figura 5.19.</i> Curva de variación estacional alterada en Rosana entre los años 1993-2018, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%.	36
<i>Figura 5.20.</i> Curva de variación estacional alterada en Porto Sao José entre los años 1964-2014, para las probabilidades de excedencia de un 5%, 20%, 50%, 80% y 95%. 36	
<i>Figura 5.21.</i> Curva alterada de duración para cada mes y anual, en Porto Primavera y entre los años 1998-2018.....	37
<i>Figura 5.22.</i> Curva alterada de duración para cada mes y anual, en Rosana y entre los años 1993-2018.	38
<i>Figura 5.23.</i> Curva alterada de duración para cada mes y anual, en Porto Sao José y entre los años 1964-2014.....	38
<i>Figura 5.24.</i> Mayor alteración hidrológica entre las tres categorías para cada índice, en Porto Sao José y para los años 1964-1986.....	41
<i>Figura 5.25.</i> Valor del índice IHA inversiones, para el periodo natural y alterado, en Porto Sao José y para los años 1964-1986.	42
<i>Figura 5.26.</i> Valor del índice IHA caudal base, para el periodo natural y alterado, en Porto Sao José y para los años 1964-1986.	42
<i>Figura 5.27.</i> Mayor alteración hidrológica entre las tres categorías para cada índice, en Porto Sao José y para los años 1994-2014.....	45
<i>Figura 5.28.</i> Valor del índice IHA conteo de pulsos bajos, para el periodo natural y alterado, en Porto Sao José y para los años 1994-2014.....	46
<i>Figura 5.29.</i> Valor del índice IHA caudal base, para el periodo natural y alterado, en Porto Sao José y para los años 1994-2014.	46
<i>Figura 5.30.</i> Mayor alteración hidrológica entre las tres categorías, para cada índice, en Porto Primavera y para los años 1998-2018.	49
<i>Figura 5.31.</i> Valor del índice IHA caudal base, para el periodo natural y alterado, en Porto Primavera y para los años 1998-2018.....	50
<i>Figura 5.32.</i> Valor del índice IHA mínimo de 1 día, para el periodo natural y alterado, en Porto Primavera y para los años 1998-2018.	50
<i>Figura 5.33.</i> Mayor alteración hidrológica entre las tres categorías, para cada índice, en Rosana y para los años 1993-2018.....	53
<i>Figura 5.34.</i> Valor del índice IHA conteo del pulso alto, para el periodo natural y alterado, en Rosana y para los años 1993-2018.....	53
<i>Figura 5.35.</i> Valor del índice IHA conteo del pulso bajo, para el periodo natural y alterado, en Rosana y para los años 1993-2018.....	54
<i>Figura 5.36.</i> Cinco componentes del caudal ecológico, para la serie natural y alterada, en Porto Sao José y entre los años 1986-2014.....	55
<i>Figura 5.37.</i> Componente del caudal ecológico (inundación), para la serie natural y alterada, en Porto Sao José y entre los años 1986-2014.....	57
<i>Figura 5.38.</i> Valor del índice duración total de la inundación y límites RVA, para el periodo natural y alterado. En Porto Sao José y para los años en donde se tiene información sobre la producción de peces.	60

<i>Figura 5.39.</i> Valor del índice peak total de la inundación y límites RVA, para el periodo natural y alterado. En Porto Sao José y para los años en donde se tiene información sobre la producción de peces.	60
<i>Figura 5.40.</i> Valor del índice fecha de inicio de las inundaciones y límites RVA, para el periodo natural y alterado. En Porto Sao José y para los años en donde se tiene información sobre la producción de peces.	61
<i>Figura 5.41.</i> Valor del índice frecuencia de pulsos y límites RVA, para el periodo natural y alterado. En Porto Sao José y para los años en donde se tiene información sobre la producción de peces.	62
<i>Figura 5.42.</i> Valor del índice mayor duración ininterrumpida de un pulso y límites RVA, para el periodo natural y alterado. En Porto Sao José y para los años en donde se tiene información sobre la producción de peces.	63