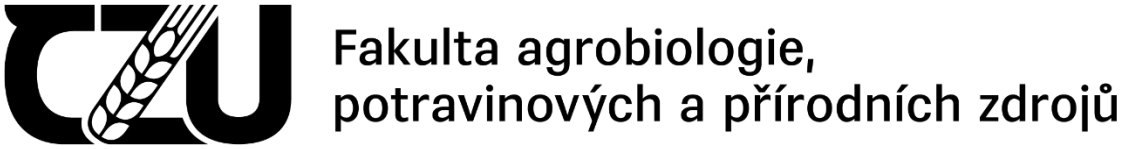
Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Přirozený a umělý odchov ryb druhu *Danio rerio* a *Paracheirodon axelrodi*

Bakalářská práce

Daniel Gombos

Akvakultura a péče o vodní ekosystémy

Vedoucí práce: prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.

Konzultant: Ing. Milan Gottwald

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Přirozený a umělý odchov ryb druhu *Danio rerio* a *Paracheirodon axelrodi*" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. 4. 2022 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce prof. Ing. Lukáši Kalousovi, Ph.D. a konzultantovi práce Ing. Milanu Gottwaldovi za pomoc, trpělivost, konzultace, materiály a cenné rady které mi poskytli, Bc. Michaele Holečkové za korekturu a cenné rady a rodině za trpělivost a podporu.

Přirozený a umělý odchov ryb druhu *Danio rerio* a *Paracheirodon axelrodi*.

Souhrn

Tato práce se zabývá porovnáním odchovů populárních akvarijních ryb *Danio rerio* (Hamilton, 1822) a *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956).

Danio rerio (Hamilton, 1822) se vyskytuje na indickém poloostrově. V dospělosti měří 40 mm a v přírodě žije jeden rok. Vyskytuje se v pomalu tekoucích až stojatých vodách. Tuto oblast zasahují monzunové deště, které mají vliv na rozmnožování a růst potěru. Jako potrava slouží převážně zooplankton a hmyz. Vyskytují se ve skupinkách 5 – 20 jedinců, případně ve větších hejnech. Nemají žádné parentální chování, konzumují své jikry. Pohlavně dospívají ve 3 měsících. Pro tření je potřeba nastimulovat ryby pomocí změny chemismu vody. Následně je třeba oddělit dospělce od nakladených jiker síťkou, aby jikry nebyly zkonzumovány. V umělém chovu dorůstají velikostně více než v přírodních podmínkách. Jedná se o důležitého laboratorního živočicha v oblastech biomedicíny, genetiky, neurofyziologie, a evoluční biologie.

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) se vyskytuje ve středním toku Ria Negra, jeho přítocích a Riu Orinocu. V dospělosti měří 30 mm a v přírodě žije jeden rok. Vyskytuje se v pomalu tekoucích oblastech toku. Tuto oblast zasahují povodně, který částečně zaplaví prales, kam se druh migruje rozmnožit. Pro oblast jsou typické temné vody, které vznikají výluhem přírodních materiálů a jsou chudé na minerály. Živí se převážně korýši, tedy hlavně perloočky a klanonožci a zooplanktonem. Jsou citlivé na kvalitu vody, během tření se využívá voda s hodnotami podobné vodě upravenou reverzní osmózou. Jedná se o nejlovenější rybu z řeky Rio Negro, význam jejího lovu má nezastupitelný vliv na celé okolí řeky. V konečném důsledku poskytuje ochranu nejenom krajině v regionu, ale také zachování přírody.

Dánio a neonka si jsou podobné v některých ohledech velmi podobné. Oba druhy jsou důležité pro okrasnou akvakulturu.

Klíčová slova: Dánio pruhované, Neonka červená, přirozená potrava, výživa plůdku, tření.

Natural and artificial rearing of *Danio rerio* and *Paracheirodon axelrodi*.

Summary

The present work deals with a comparison of the offspring of the popular aquarium fishes *Danio rerio* (Hamilton, 1822) and *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956).

Danio rerio (Hamilton, 1822) were identified in streams or rivers of peninsular India. It measures 40 mm at maturity and lives for one year in the wild. It lives in slow flowing to stagnant waters and is not very demanding. This area is affected by monsoon rains which affect the breeding and growth of the fry. The prey is mainly zooplankton and insects. They occur in groups of 5 - 20 individuals or in larger flocks. They have no parental behaviour, in fact they consume their eggs. They reach sexual maturity at 3 months. To spawn, fish need to be stimulated by changing the chemistry of the water. Subsequently, the adults need to be separated from the spawn by nets so that the eggs are not consumed. It is an important laboratory animal in the fields of biomedicine, genetics, neurophysiology, and evolutionary biology.

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) were identified in the middle reaches of the Rio Negro, its tributaries, and the Rio Orinoco. It measures 30 mm at maturity and lives for one year in the wild. It lives in slow-flowing areas of the stream. This area is affected by flooding, which partially inundates the rainforest where the neonates migrate to breed. This area has typical dark waters that are created by the leaching of natural materials. The water is poor in minerals. They feed mainly on crustaceans, i.e. mainly daphnia and cladocerans and zooplankton. They are sensitive to water quality, using water with reverse osmosis - like values during spawning. It is the most caught fish of the Rio Negro, the importance of its fishing has an irreplaceable impact on the entire river area. In the final consequence provides protection for the landscape of the region and nature conservation at the same time.

Danio and cardinal tetra are very similar in some ways. Both species are important for ornamental aquaculture.

Keywords: zebrafish, cardinal tetra, natural nutrition, fry nutrition, spawning.

Obsah

1 Úvod ..... **- 1 -**

2 Cíl práce ..... **- 2 -**

3 Literární rešerše ..... **- 3 -**

3.1 *Danio rerio* (Dánio pruhované) ..... **- 3 -**

3.1.1 Přirozené prostředí ..... - 3 -

3.1.2 Potrava ..... - 8 -

3.1.3 Chov a odchov ..... - 8 -

3.1.4 Ontogenetický vývoj ..... - 10 -

3.1.5 Význam ..... - 11 -

3.2 *Paracheirodon axelrodi* (Neonka červená) ..... **- 13 -**

3.2.1 Přirozené prostředí ..... - 14 -

3.2.2 Potrava ..... - 16 -

3.2.3 Chov a odchov ..... - 16 -

3.2.4 Ontogenetický vývoj ..... - 17 -

3.2.5 Význam ..... - 18 -

Project Piaba ..... - 22 -

4 Závěr ..... **- 24 -**

5 Literatura ..... **- 26 -**

1 Úvod

Tato práce se zabývá porovnáním odchovů populárních akvarijních ryb *Danio rerio* (Hamilton, 1822) a *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956). *Danio rerio* (Hamilton, 1822) patří zároveň i mezi modelové organismy a jsou posazené na úroveň laboratorních myší, nebo potkanů (Harper & Lawrence. 2010), *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) je jednou z nejvíce obchodovaných akvarijních ryb a je na ní závislá ekonomika oblastí středního toku Ria Negra - tedy původní oblasti výskytu, ale také oblastí, kde je uměle vysazená a produkovaná pro exportní trhy, jako například Indonésie (Novak et al. 2021; Nurlaili et al. 2021).

2 Cíl práce

Cílem práce je porovnat druhy *Danio rerio* (Schult, 1822) a *Paracheirodon axelrodi* (Hamilton, 1957) a zhodnotit chov a odchov u těchto dvou oblíbených akvarijních druhů formou literální rešerže, shrnutí základních faktů ohledně přirozeného prostředí, potravy, chovu, ontogenického vývoje a významu druhů.

3 Literární rešerše

3.1 *Danio rerio* (Dánio pruhované)

Danio rerio (Hamilton, 1822) je ryba, patřící do třídy paprskoploutvých (Actinopterygii), řádu máloostní (Cypriniformes), čeleď kaprovití (Cyprinidae), rod *Danio*, druh *rerio* (Harper & Lawrence. 2010; Reed & Jennings. 2011; Farias & Certal. 2016). Jedná se o drobnou rybu z tropických oblastí žijící v hejnech, patřící k oblíbeným akvarijním druhům (Harper & Lawrence. 2010).

Ryba dosahuje velikosti kolem 40 mm. Tvar je vřetenovitý, laterárně stlačený s tlamou šikmě směřující nahoru. Spodní čelist je vyčnívá před horní a oko je centrální, není vidět při pohledu zezhora. Dánia mají neúplnou postranní čáru, dva páry vousků, a pět až sedm párů tmavě modrých pruhů, které jsou od žaber až k ocasní ploutvi. Současně s ocasní ploutví je pruhovaná i řitní ploutev. (Spence et al. 2007) (Obrázek 1).

Obrázek 1: samec (vlevo) a samice (vpravo) (Gottwald. 2016).

Danio rerio (Hamilton, 1822) bylo poprvé popsáno Francisem Hamiltonem, chirurgem Britské východní společnosti (British East company), který byl odeslán do Západního Bengálu na začátku 19. století. V roce 1822 publikoval svou knihu "An Account of the Fishes Found in the River Ganges and its Branches", která obsahovala 10 druhů ze stejného rodu. Nejprve byl druh přiřazeno do rodu *Brachydanio*, později se díky genetickým testům přeřadilo do rodu *Danio* (Cubbage & Mabee. 1996).

Dánia mají převážně denní aktivitu, nejaktivnější bývají během východu slunce. Je to druh, který spí u dna. Důsledné dodržování světelného cyklu (cirkadiálního rytmu) je pro druh důležitý a nezbytný především pro odchov (Harper & Lawrence. 2010).

3.1.1 Přirozené prostředí

Přirozený areál výskytu *Danio rerio* (Hamilton, 1822) je hlavně kolem řek Ganga a Brahmaputra v severovýchodní části Indie, Bandgladéše a Nepálu, jedinci byli nalezeni i v

různých částech řek Indus, Cauvery, Penna, Godavari a Mahanadi (Spence at al. 2007) (viz obrázek 2). Jejich rozšíření je v pomale tekoucích částech řek a potocích (Delaney et al. 2002; Vargesson. 2007), do hloubky 50 cm. Dno převažuje bahnité, přes štěrkové až kamenité a je hustě zarostlé říční flórou. Průměrná rychlost průtoku se pohybuje mezi 5 - 13 cm/s. Velice často bývá také v rýžovištích nebo různých dočasných a zarostlých tůních, případně i ve vybetonovaných kanálech nebo záplavových rybnících. Z takto rozsáhlých podmínek výskytu je patrné, že druh má velký rozsah přizpůsobivosti (Engeszer et al. 2007; Arunachalam et al. 2012) (obrázek 3, 4) (fyziologické rozdíly jedinců z různých oblastí ukazuje obrázek 5).

Obrázek 2: mapa výskytu *Dania reria* (Hamilton, 1822) v přirozeném prostředí (Harper & Lawrence. 2010).

V této oblasti se střídá období sucha a monzunových dešťů, což má významný vliv na chemickou a fyzikální kvalitu vody (Harper & Lawrence. 2010). Monzun je pravidelný vítr přinášející srážky či sucho a má významný vliv na celé klima v Asii. Souvisí s tlakovou níží, která se vytvoří v jižní části Himalájí a následný déšť putuje do řeky Gangy (Murakami. 1975).

Ovlivňují nejenom rozmnožování, které se děje při prvních deštích, ale mají vliv na rychlý růst během prvních tří měsíců života *Dania reria* (Hamilton, 1822), které se odehrávají během celé sezóny dešťů (Harper & Lawrence. 2010).

Obrázek 3: typický výskyt *Danio rerio* (Hamilton, 1822) v Bangladéši (Harper & Lawrence. 2010.)

Danio rerio (Hamilton, 1822) má tendenci být v místě výskytu nejpočetnějším druhem (McClure et al. 2006). Dle výzkumu Blasera & Goldsteinholma (2012) provedeného v laboratoři preferuje pohyb v prostorech toku, které nejsou přímo u pobřeží. Při pokusu se ryby pohybovaly ve hloubce kolem 15 cm pod hladinou, pravděpodobně z důvodu obav před predátory pohybujících se ve vzduchu či na břehu. Také bylo zjištěno, že tyto ryby nereagují na absenci či přítomnosti substrátu.

Danio rerio (Hamilton, 1822) se ve volné přírodě běžně vyskytuje s juvinelními stádii *Hypselobarbus jerdoni* (Day, 1870) a *Barilius gatensis* (Valenciennes, 1844) se kterými sdílí primárně kanály druhého řádu, nebo v malých izolovaných nádržích, které obývá společně s dravcem *Aplocheilus lineatus* (Valenciennes, 1846). Dále se vyskytují společně s *Cheilinus fasciatus* (Bloch, 1791), *Devario aequipinnatus* (McClelland, 1839), *Devario devario* (Hamilton, 1822), *Pethia conchonius* (Hamilton, 1822), *Channa stewartii* (Playfair, 1867), *Garra nasuta* (McClelland, 1838), *Botia dario* (Hamilton, 1822), *Puntius chola* (Hamilton,

1822), *Pethia ticto* (Hamilton, 1822), *Mystus vittatus* (Bloch, 1794), *Chela khujairokensis* (Arunkumar, 2000).

Společně s jedinci rodů *Rasbora*, *Esomus* a *Puntius*, bývají často eliminováni pro chov kaprovitých ryb - *Gibelion catla* (Hamilton, 1822), *Labeo rohita* (Hamilton, 1822), *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). (Arunachalam et al. 2012).

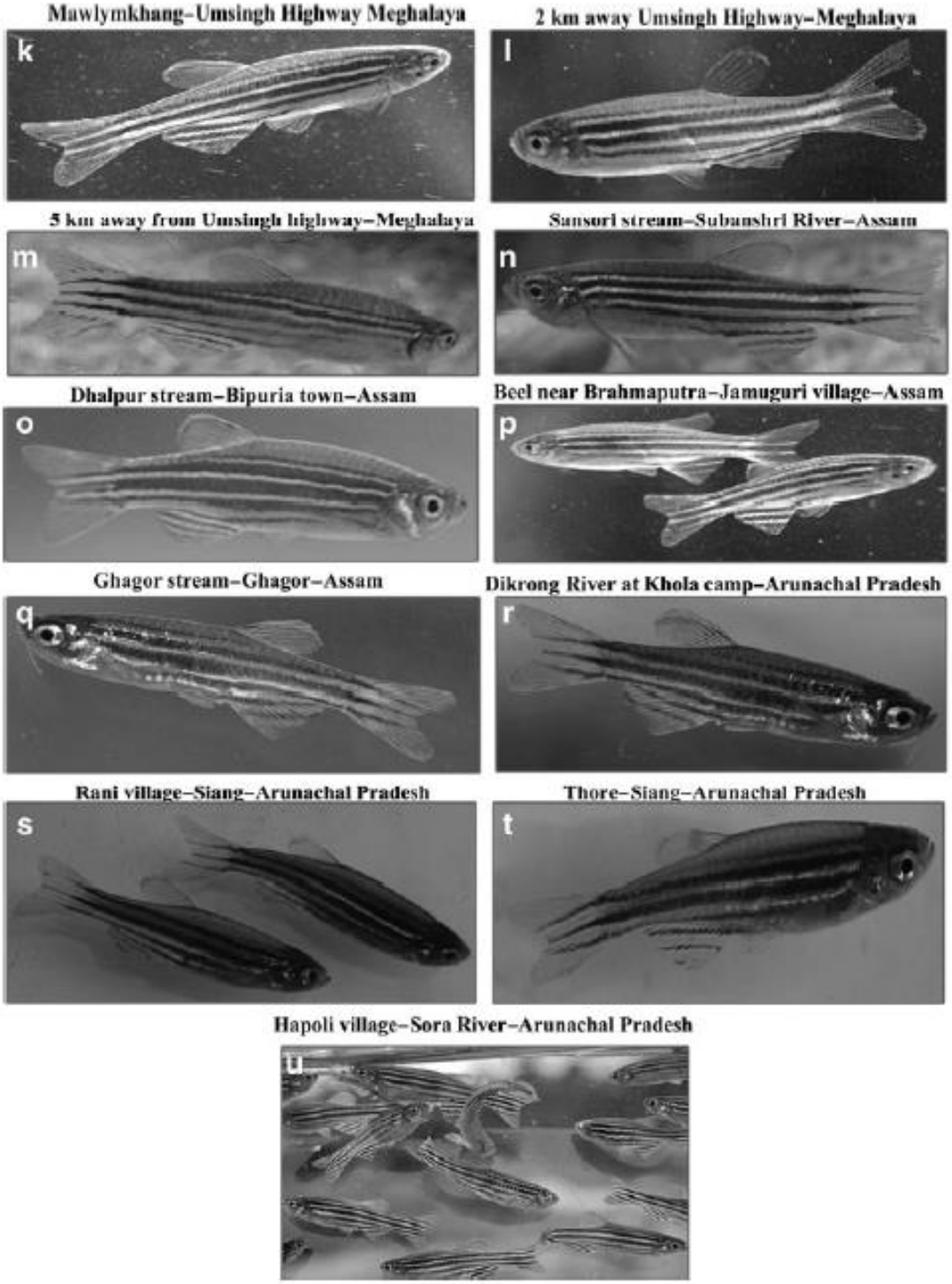
Zjistilo se, že v oblastech, kde je přítomen *Aplocheilus panchax* (Hamilton, 1822), se dánio nevyskytuje.

Obrázek 4: typický výskyt *Danio rerio* (Hamilton, 1822) (Reed & Jennings. 2011).

Z predátoru této ryby se dle Spence et al. (2007) na lokalitě vyskytují různé druhy hadohlavců (rod *Channa* spp.) s převážně noční aktivitou, zástupci hrotočelců (rod *Mastacembelidae*), sumíček *Mystus bleekeri* (Day, 1877), nožovec *Notopterus notopterus* (Pallas, 1769), volavka *Bubulcus coromandus* (Boddaert, 1783) a ledňáček *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758).

Bass & Gerlai (2007) zjistili, že druh je schopen vyvíjet únikové strategie před predátory, které se postupně učí a vylepšuje je při kontaktu s predátorem. Další laboratorní pokusy na této rybě také potvrdily, že reagují nejen na vizuální, ale i čichové podněty dravce. Na to byl využit například okoun nilský - *Lates niloticus* (Linnaeus, 1758) a zkoumána byla úniková strategie *Dania reria* (Hamilton, 1822). Z výsledků vyšlo, že reakce záleží na velikosti

predátora, rychlosti jeho pohybu či předchozích zkušenostech dánia s predátorem. Během nebezpečí vyplavuje ryba z těla hormony, díky kterým se zvyšuje soudržnost hejna, zvyšuje se jejich agresivita a ryba v tuto chvíli hůře přijímá potravu (Spence et al. 2007).



Obrázek 5: fyziologické rozdíly jedinců z jednotlivých lokací (Arunachalam et al. 2012).

3.1.2 Potrava

Danio rerio (Hamilton, 1822) je všežravá ryba, jejíž potrava se v přirozeném prostředí skládá hlavně ze zooplanktonu a hmyzu. Příležitostně se pak živí fytoplanktonem, vláknitými řasami, nebo kousky cévnatých rostlin (Reed & Jennings, 2011). Dle Spence et al. (2007) se ve střevech této ryby nalezly například i rybí šupiny, pavoukovci, detrit, či písek a bahno. Oproti tomu výzkum vedený Arunachalam et al. (2012) prokazuje, že se druh živí primárně tím, co je na místě k dispozici. Byli nalezeni jedinci s trávícím systémem obsahujícím zbytky pouze z červených mravenců, vyskytujících se poblíž místa s různými rostlinnými převisy, na kterých se mravenci pohybují. Ve zbytku testovaných oblastí měly ryby v trávícím traktu obsaženy primárně suchozemské členovce a v menší míře i vodní hmyz. Tato ryba vykazuje kanibalismus ke svým jikrám i potěru (Harper & Lawrence. 2010).

Danio rerio (Hamilton, 1822) je díky své ekologické a potravní přizpůsobivosti považováno za jeden z možných způsobů bojů proti larvám i dospělcům z čeledi komarovitých, kteří mohou být přenašeči prvoků *Plasmodium ovale* (Stephens, 1922), šířící nemoc malárii (Greenwood & Mutabingwa. 2002; Unicef. 2005; Spence et al. 2007).

3.1.3 Chov a odchov

Vyskytuje se primárně v menších skupinkách čítající 5 až 20 jedinců, ale pozorována byla i mnohem početnější hejna (Harper & Lawrence. 2010). Vytváří se u nich určitá sociální struktura, která převažuje zvláště v malých skupinách, sociální postavení ve skupině může mít vliv na chování jednotlivých ryb (například zvýšená agresivita, prohánění méně dominantních jedinců) (Graham et al. 2018; Fontana et al. 2022).

Danio rerio (Hamilton, 1822) je sezónní rybou a ve volné přírodě se dožívá přibližně jednoho roku. V lidské péči se dožívá průměrně 43 měsíců a rekordní věk je zaznamenán až 66 měsíců (Spence et al. 2007; Kanuga et al. 2011). Stárnutí se projevuje prohýbáním páteře spolu se svalovou degenerací, které ve volné přírodě nebylo nikdy pozorováno. (Spence et al. 2007).

Dánio má ve volné přírodě výtěr iniciovaný nástupem monzunů (Spence at al. 2006) a s tím spojenou změnu chemismu vody (Lawrence. 2007). Tento příval vody způsobuje velký příbytek dostupné potravy, a to během července až září (Spence et al. 2006). V tomto období se vykulí plůdek, který následně využívá dostatek potravy pro rychlý tělesný růst během prvních tří měsíců života (Spence et al. 2007).

Danio rerio (Hamilton, 1822) se v přírodních podmínkách tře při východu slunce na mělčinách a s oblibou mezi vegetací, jikry padají na dno a rodiče o ně neprojevují žádné

parentální chování (Harper & Lawrence. 2010). Umělý odchov je v porovnání s jinými akvarijními druhy velmi jednoduchý (Varga. 2011).

V lidské péči jej množíme pro účely okrasné akvakultury a k laboratorním chovu. V akvarijním chovu jde především o vizuální krásu, v laboratorním chovu druh množíme hlavně ze dvou důvodů. Prvním je zachování genotypu a tedy konkrétní genetické linie, druhým je navýšení počtu jedinců (Collymore et al. 2015).

Pro výtěr používáme poměr dvou samic ku třem samcům, tento poměr má nejlepší výsledky (Varga. 2011; Tsang at al. 2014). Stejně jako v přírodních podmínkách využíváme pro tření stejné stimulátory, tedy změnu chemismu vody - primárně snížení vodivosti (napodobení dešťů) a východ slunce (Reed et al. 2011).

Samotné tření je pro druh stresující, jelikož dochází k oddělení jedinců z hejna a může být redukováno pomocí různého enrichmentu (Collymore et al. 2015). Nejběžnější bývá přidávání plastových imitací rostlin na podporu tření. U toho však existuje riziko uvolňování nebezpečných látek do vody - bifenilů či mikroskopických plastových částic. Bylo zpozorováno, že *Danio rerio* (Hamilton, 1822) aktivně okusuje plastové rostliny ve snaze získat z nich potravu typu řasy a je zde riziko, že přitom požijí i uvolněné plastové části (Aleström et al. 2020).

Dospělci po výtěru s oblibou konzumují vlastní jikry, proto je potřeba je od sebe oddělit. K tomu se využívají třecí síťky nebo mech, které znemožňují dospělcům se k nim fyzicky dostat a zkonzumovat je (Lawrence. 2007). Samice jsou schopné se opakovaně třít každý druhý až třetí den a samice může vyprodukovat během jednoho výtěru 70 až 300 jiker s oplozeností zhruba 80% (Spence and Smith. 2005; Lawrence, 2007; Reed et al. 2011; Fowler et al. 2019).

Bylo zjištěno, že věk samce nemá vliv na kvalitu samčích pohlavních buněk. Starší samci (stáří okolo 900 dní) mají stejně kvalitní pohlavní buňky jako samci mladší (300 dní staří samci). Nicméně se však mění procentuální úspěšnost oplození samičích jiker, které je úspěšnější u mladších samců (48 % vs 25 %) (Kanuga et al. 2011). Kromě samotných jedinců probíhá i kompetice mezi spermiemi před dosáhnutím oocytu (Spence & Smith. 2004). Samice preferují samce, kteří s ní nemají příbuzenské vztahy, dominantnější a větší jedince. Jejich dominantnost lze pozorovat nejlépe v párech (Spence & Smith. 2004; Tsang et al. 2014; Fontana et al. 2022). Embrya larev se kulí zhruba 60 hodin po oplození jiker a usadí se na dně nádrže. Rozplavávají se 5 dní po oplození jiker, kdy mají už dostatečně vyvinutý plynový měchýř a jsou schopny plavání a pohybu (Aleström et al. 2020). Zpočátku mají jednoduše vyvinutý trávicí systém, který metamorfuje jednoduchou potravu. Jako nejatraktivnější krmení pro potěr jsou využívány laboratorně chované kolonie vířníků, které se začínají dávkovat 5 dní

po vylíhnutí. Ti se přidávají ve vodě s mírně zvýšenou salinitou, což je plůdek prokazatelně schopný přežít bez újmy (Best et al. 2010; Aoyama et al. 2015).

Pro úspěšný chov je třeba zachovávat systém střídání dne a noci, tedy buď 14 hodin světla a 10 hodin tmy, případně 12 hodin světla a 12 hodin tmy (Blaser & Goldsteinhoml. 2012). Pravidelný světelný cyklus je pro ně podobně důležitý jako pro savce a má neodmyslitelný vliv na rozmnožování (Reed & Jennings, 2011).

Hustota zarybnění v nádrži by měla být 4 - 10 dospělých ryb na 1 litr vody (Aleström et al. 2020).

Vodivost se v laboratorních podmínkách využívá v hodnotách 150 - 1700 µS/cm, uhličitanová tvrdost 3 - 8 °dGH, ideálně však mezi 4 - 5°dGH a pH mezi 6,5 - 8, ve volné přírodě se pH pohybuje mezi 6 - 10 (Aleström et al. 2020).

V případě, že není voda z veřejného, či jiného zdroje vhodná k použití v chovu, je nutné jí nadále upravit. Upravovat se může pomocí revezní osmózy, která filtruje vodu skrze membrány, do kterých absorbuje veškeré minerály, bakterie, viry a zanechávají pouze samotnou molekulu H_2O (Petersen. 1993). Dále se využívají různé druhy filtrů. Osmózou změkčenou vodu je nutné upravit například chloridem vápenatým a hydrogenuhličitanem sodným pro požadované hodnoty pH, vodivosti a tvrdosti (Aleström et al. 2020).

Kvalitu vody je nutné pravidelně kontrolovat, protože zvýšené koncentrace odpadních látek bývají v přírodě automaticky využity fotosyntetickými organismy a denitrifikačními bakteriemi, které v systému nejsou nebo jsou obsaženy v menší míře (ve filtračních materiálech) (Chun et al. 2017).

V chovných recirkulačních systémech je nutné denně měnit 5 - 10% objemu, aby se nehromadily ve vodě odpadní látky NO_2^-, NO_3^-, NH_4^- (Aleström et al. 2020).

3.1.4 Ontogenetický vývoj

Stádium embrya vzniká po oplodnění jikry a trvá do doby 72 hodin po oplození. Poté následuje stádium váčkového plůdku trvající od 72 hodin po oplození do 13 dní po oplození, během kterého se vyvinou základní orgány a začíná přijímat potravu. Následně prochází fází plůdku s obdobím věku 14 až 29 dní. Juvenilní věk spadá od 30 dnů do pohlavní dospělosti, od které je už jedinec považován za dospělce (zhruba ve třech až čtyřech měsících) (Spence et al. 2007; Reed & Jennings. 2011; Aleström et al. 2020).

Vyšší koncentrace počtu plůdků v nádrži má vliv na vývoj samců a samic. S vyšší hustotou jiker v nádrži mají převahu samci a naopak, s menší hustotou jiker v nádrži mívají převahu samice, není to tedy dáno čistě geneticky (Aleström et al. 2020).

Vývojově se na plůdku vytvoří nejprve dva pruhy a následně přibývají ostatní výše a níže primárně vytvořeným (Spence et al. 2007).

Je zdokumentováno, že růst ryb v umělém prostředí je rychlejší než v prostředím přirozeném, pravděpodobně je to důsledkem vyššího příjmu potravy v lidské péči. S tím souvisí i to, že jedinci v umělých podmínkách dosahují větších tělesných rozměrů než jedinci v přirozeném prostředí. V konkrétních číslech, průměrná délka ryb ve volné přírodě je 25 mm, rekordní jedinci v umělém prostředí mají kolem 35 mm (Reed & Jennings. 2011).

3.1.5 Význam

Danio rerio (Hamilton. 1822) je běžně dostupná ryba v okrasné akvakultuře (Wixon, 2000). Další neméně důležitou oblastí jejího rozšíření je využití jako laboratorního živočicha v oblastech biomedicíny, genetiky, neurofyziologie, a evoluční biologie (Spence et al. 2007; Arunachalam et al. 2012).

Druh se prokázal být vhodný pro velkokapacitní genetický screening jako modelový organismus při výzkumu přírodních či patologických změn buněk a tkání, které jsou náročnější na provedení u savců z důvodu dlouhého vývojového období plodu (Alestöm et al. 2019).

Základ laboratorních chovů stojí na úsilí Dr. George Streisingera, který vytvořil první laboratorní chov *Dania reria* (Hamilton. 1822) mezi lety 1970 až 1980 ve své laboratoři, kde postavil i primitivní filtraci vody od chloru, či směšovač teplé a studené vody pro optimální teplotu vody pro laboratorní ryby (Lawrence & Mason, 2012; Sundin et al. 2019). Tento první laboratorní systém sloužil pro první pokusnou skupinu druhu, která byla využita ke dvěma velkoobjemovým genetickým pokusům, které vyprodukovaly tisíce hybridů jako potvrzení hypotézy schopnosti využitelnosti druhu jakožto modelového organismu, který se postupně začal využívat prakticky ve všech vědeckých odvětvích včetně medicíny či toxikologie. Využívá se na pokusy častěji než myši, krysy a primáti (Harper & Lawrence. 2010), jsou také levnější na pořízení a chov (Goldsmith & Solari. 2003).

Jednotlivé uzavřené populace se musí v průběhu času obnovovat (namnožit novou generaci s geneticky nepříbuznými jedinci - outcrossing), jelikož ztrácí svou genetickou diverzitu a vyskytují se tak častěji nežádoucí mutace (Stohler et al. 2004).

Laboratorní vybavení se neustále vyvíjí, nyní již existují samostatné průtočné systémy s centrální filtrací (obrázek 6) a automatizovaným krmícím systémem (obrázek 7) (Harper & Lawrence. 2010).

Danio rerio (Hamilton, 1822) můžeme naučit k proplouvání bludištěm za odměnu (odměnou je krmení). Toto je schopné se naučit za týden, což je další z důkazů vhodnosti živočicha pro vědecké účely (Graham et al. 2018).

Obrázek 6: Příklad chovného systému využívaný pro laboratorní chov *Danií* (Gottwald. 2016).

Obrázek 7: automatické krmítko ryb pro celý akvaristický systém výrobce Tecniplast Aquatic Solutions (Harper & Lawrence. 2011).

3.2 *Paracheirodon axelrodi* (Neonka červená)

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) je hejnová ryba, patřící do třídy paprskoploutvých (Actinopterygii), řádu trnobřichých (Characiformes), čeledi tetrovití (Characidae), rod: *Paracheirodon*, druh: *axelrodi*. Čeleď Characidae je nejrozšířenější čeleď z neotropické oblasti, která obsahuje přes 1000 druhů a z toho více než 200 bylo objeveno během posledních deseti let (Bittencourt et al. 2019). Velký počet druhů této čeledi je pojmenováno jako tetra, navzdory různým rodům (Mirande. 2019). Samotný rod *Paracheirodon* obsahuje tři druhy neonek, a to *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) a *Paracheirodon simulans* (Géry, 1960)

(Weitzman & Fink. 1983; Marshall et al. 2011). *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) je hejnová ryba dorůstající délky 30 milimetrů (Tovar et al. 2009), s výrazným metalicko modrým a červeným pruhem (Britto & Bazzoli. 2009) (Obrázek 8). Je to oblíbená ryba využívaná v okrasné akvaristice, a jedna z nejdůležitějších ryb v exportních trzích (Beheregaray et al. 2004)

Dle genetického výzkumu je nejbližší geneticky příbuzný druh *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), který dorůstá 80 cm a je loven převážně pro maso (Liu et al. 2009).

Obrázek 8: *Paracheirodon innesi* (Schultz, 1956) (Fishbase, 2022).

3.2.1 Přirozené prostředí

Výskyt tohoto druhu je dle Campose et al. (2017) Rio Negro a její četné přítoky („igarapés“), Rio Orinoco, dočasné lesní tůně a během každoročních sezónních povodní také samotný nížinný prales („igapó“). Neonky se pohybují v menších skupinkách čítajících okolo několika desítek jedinců, které plavou mezi rostlinami, kořeny stromů a drží se spíše u dna (Walker. 2004; Marshall et al. 2011; Evers et al. 2018). Vyskytují se zde také ve větším počtu vodopády a rychlé proudy, které tvoří přirozené překážky a způsobují izolaci mezi jednotlivými skupinami (Latrubesse & Franzinelli. 2005). Nehledě na výšku hladiny a roční období je můžeme najít v chladnějších a zastíněných vodách s hloubkou kolem 20 až 40 cm téměř bez proudu, s velkým množstvím opadaných listů a palmou *Leopoldinia pulchra*, která se zdá být indikátorem pro výskyt druhu (Prang. 2002; Marshall et al. 2011). Území obývané neonkou jsou tedy různým mixem tropického palmového pralesa (viz. obrázek 9) nebo bažin (viz. obrázek 10), zaplavených buď kontinuálně celý rok, nebo pouze dočasně (Belger et al. 2011). Voda v přirozeném prostředí je po většinu roku kalná a je v ní horší viditelnost. Z toho důvodu mají také lépe vyvinutý zrak, aby v ní byly schopny chytat kořist (Tovar et al. 2009).

Obrázek 9 a 10: Rozmanitost krajiny výskytu *Paracheirodon axelrodi* Rio Negro, Brazílie (Schultz, 1957) (Marshall et al. 2011).

V samotné řece Rio Negro žije přes 3000 druhů tropických ryb (Chao et al. 2001). Je to tedy komplexně dynamicky osídlená oblast vyznačující se tmavou vodou obsahující výluhy ze spadlých listů stromů a jiných částí flory. Tmavá voda vzniká louhováním listů a s tím souvisí následná kyselost vody, která se pohybuje od 3,35 do 5,82 pH a konduktivita byla naměřená 8,03 - 22,8 μS/cm (Cooke et al. 2009). Díky tomu jedinci z přírody dorůstají menších rozměrů, pravděpodobně díky nízkému obsahu minerálů (Beltrão & Anjos. 2006). Dle výzkumu Cruz et al. (2014) rozsahy pH (první testovaný rozsah pH 5,5 - 5,8 a druhý testovaný rozsah pH 7,0 - 7,5) ve vodě způsobené povodněmi neovlivní zrání oocytů. Samice mohou být ve stavu pokročilé dospělosti po dobu šesti měsíců v různých podmínkách, které neovlivní schopnost tvorby funkčních jiker a nástup tření. Samice se nemusí rozmnožit ihned po dosáhnutí pohlavní dospělosti z důvodu aktuálně nevhodných podmínek pro tření, jelikož potřebuje stimulant povodní.

Na základě genetických výsledků můžeme tvrdit, že existuje velký počet populací *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956), které se navzájem téměř nemísí a díky tomu zde vzniká velká genetická variabilita (Cooke et al. 2009). Dle Geisler & Annibal. (1986); Ward et al. (1994); Latrubesse & Franzinelli (2005) tento jev způsobuje velikost a komplexnost toku Rio Negro a odpovídá trendu, že sladkovodní ryby mají větši genetickou variabilitu než mořské ryby. Tento druh se vyskytuje i v řece Rio Orinoco, která poměrně nedávno (v rámci tisíců let) byla součástí stejného toku jako Rio Negro, a i proto obsahuje kolonie této ryby převážně v rámci horní části toku. Takovéto izolace napříč samotnou řekou, a i různými řekami má za

důsledek izolaci jednotlivých skupin, které vyúsťují v různé barevné variace odlišnými od běžně známých jedinců, přičemž se jedná například o různě zbarvené pruhy.

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) se ve volné přírodě vyskytuje s *Potamotrygon schroederi* (Fernández-Yépez, 1958), *Acestrorhynchus grandoculis* (Menezes & Géry, 1983), *Heterocharax leptogrammus* (Toledo-Piza, 2000), *Pseudanos varii* (Lima & Britski, 2012), *Creagrutus ephippiatus* (Vari & Harold, 2001), *Creagrutus phasma* (Myers, 1927), *Creagrutus runa* (Vari & Harold, 2001), *Hemigrammus bleheri* (Géry & Mahnert, 1986), *Hyphessobrycon diancistrus* (Weitzman, 1977), *Hyphessobrycon epicharis* (Weitzman & Palmer, 1997), *Elachocharax geryi* (Weitzman & Kanazawa, 1978), *Elachocharax mitopterus* (Weitzman, 1986), *Curimatopsis evelynae* (Géry, 1964), *Copella eigenmanni* (Regan, 1912), *Nannostomus anduzei* (Fernandez & Weitzman, 1987), *Nannostomus marilynae* (Weitzman & Cobb, 1975), *Corydoras crypticus* (Sands, 1995), *Corydoras melini* (Lönnberg & Rendahl, 1930), *Apistogramma uaupesi* (Kullander, 1980) a *Dicrossus filamentosus* (Kullander, 1980) (Beltrão at al. 2019) a juvenily rodu *Cichla*, kteří druh neonky aktivně loví (Marshall et al. 2016).

3.2.2 Potrava

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) se živí drobnou potravou - mesofaunou, tedy drobnými organismy s velikostí 0,1 až 2 mm, rozsivkami, roztoči, zooplanktonem, malými korýši, larvami komárů, hmyzem spadlým na hladinu, detritem či částmi mrtvých větších ryb. Při pitvě žaludků ryb bylo zjištěno, že mezi nejvíce konzumovanou potravu patří korýši, hlavně perloočky a klanonožci. Živí se taktéž řasami, těmi však minimálně. Za zmínku také stojí paraziti, kteří se ve vzorku objevili v 6,3 % z celkových 80 ryb v pokusu (Walker. 2004). Potravní strategie druhu závisí na prostředí a hladině vody (povodeň / běžná hladina). Dle Marshalla, (2016) v analýze žaludků jednotlivých jedinců byly nejvíce přítomny roztrávené hmyzí larvy, během suchých období převládají spíše řasy. Ryba má kanibalské sklony ke svým jikrám a vykulenému plůdku (Kucharczyk et al. 2010).

3.2.3 Chov a odchov

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) jsou citlivé na kvalitu vody, a to se projevuje primárně ve tření, jikry vyžadují obsah kyselých výluhů a v umělém chovu bez jeho přidávání jikry často podléhají mykóze (Nurhidayat et al. 2016).

Třou se během období dešťů, které trvá od dubna do června (Marshal et al. 2011). Pohlavně dospívají ve velikosti kolem 2,5 cm, přičemž délka těla je sekundárním znakem dimorfismu - samice je větší (Beltrão & Anjos. 2006).

Během záplav se přemisťují z igarapé (typ řeky s tmavě zabarvenou vodou) do igapó (zaplavený prales), kde se vytřou a po konci povodní se vrací zpátky do igarapé. Pomocí těchto menších migrací se navzájem mísí různé kolonie druhu, které jsou jsou od sebe po zbytek roku oddělené (Cooke et al. 2009). Některé skupiny během povodní migrují po proudu do malých přítoků, kde se rozmnoží (Prang. 2002), některé zde i celoročně zůstávají z důvodu nepřetržitě zaplavených ploch (Marshall et al. 2011). Žijí jednu sezonu (Walker I. 2004).

Při navracení toku po povodních do normálního stavu se kolonie vrací zpátky po toku, kde se nachází vysoká koncentrace jedinců, které mezi sebou soupeří o místo a dostupnou potravu (Geisler & Annibal. 1986; Marshall et al. 2011).

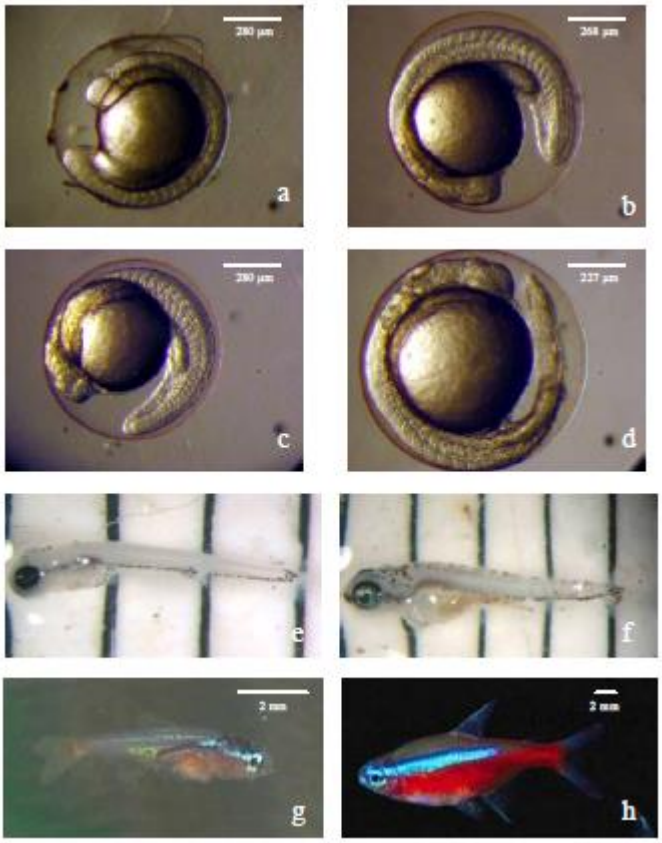
Pro umělý výtěr využíváme lehkého teplotního šoku a rozdílu pH, vodivosti a tvrdosti vody, pro tyto účely využíváme vodu z reverzní osmózy s přídavkem rašelinných extraktů. Třecí nádrž by měla být vybavena výtěrným roštem, protože ryba má sklony jikry požírat, jak bylo výše uvedeno (Kucharczyk et al. 2010). Samice může vyprodukovat 150 - 250 jiker v jednom vrhu a třou se obvykle při východu slunce, v umělých podmínkách tedy při rozsvícení (Beltrão & Anjos. 2006). Geisler & Anibal (1986) uvádí, že třecí perioda trvá mezi 8 - 10 dní.

K napodobení výluhů z přirozeného prostředí *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) můžeme využít výluhy ze sušených listů rostliny *Terminalia cattapa*, který pomáhá napodobit chemismus vody pro tření a snižuje pH na hodnoty 3,35 až 5,82. Výluh z nich má antibakteriální, antimykobakteriální, antioxidační a protiplísňové účinky, které se využívají nejenom při skladování jiker, ale i při následném chovu plůdku či při chovu samotných dospělých ryb. Vyšší koncentrace má však za důsledek nižší líhnivost a menší úspěšnost růstu (Nurhidayat et al. 2016).

3.2.4 Ontogenetický vývoj

Jikry mají velikost 0,06 až 0,66 mm (Beltrão & Anjos. 2006) a následně se vyvíjejí ve třech stádiích: embrionální, larvální a juvenilní (Blaxter. 1998; Gomes et al. 2003). Embrionální fáze začíná po oplození jiker, embrio se začíná vytvářet 5 hodin po oplodnění. Embriu se formuje ocasní ploutev a diferencuje se hlavová část. Následně se vytvoří žloutkový váček a líhne se zhruba 20 hodin po oplodnění (Blaxter. 1998). Larvální stádium trvá od vylíhnutí plůdku a nemá žádnou pigmentaci, pod mikroskopem můžeme sledovat zřetelné oči, část trávícího traktu, vyvíjející se prsní ploutve a tlučící srdce. Plůdek spotřebovává žloutkový váček zhruba 5 dní. Poté nastává přechod na exogenní potravu a lov drobné kořisti, se kterým souvisí úmrtnost 40 až 50 % (Beltrão & Anjos. 2006). Juvenilní stadium začíná zhruba 22 hodin po vylíhnutí z jikry, mládě již vypadá jak miniatura

dospělce se všemi vyvinutými orgány. Ve stáří zhruba 30 dní se mohou začít zabarvovat, záleží však na krmení a dalších podmínkách. Jedinci mohou pohlavně dospět ve věku dvou měsíců (Gomes et al. 2003). Vývoj jedince můžeme sledovat na obrázku 11.



Obrázek 11: Ontogenetický vývoj *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) (Beltrão & Anjos. 2006).

3.2.5 Význam

První zmínky o neonkách pochází z popisu příbuzného druhu *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936). Jejich výrazná barevná kresba těla vyvolala velký zájem a pouze jeden přeživší kus (z původních 13) který zvládnul transport z volné přírody byl prodán v roce 1936 za 3 tisíce amerických dolarů. Tato částka stále nebyla překonána (Novak et al. 2020).

Neonka obecná - *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936) a neonka červená - *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) se staly množenými a chovanými v tehdejší Československé republice, která se stala nejdůležitějším centrem okrasných ryb v centrální

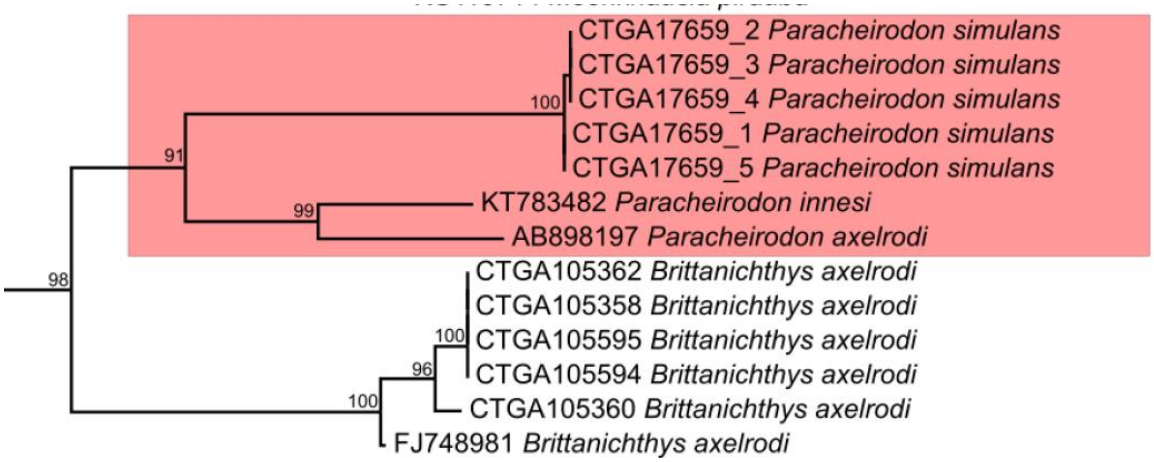
Evropě (Novak et al. 2020). České odchovy mají potenciál sytit poptávku na světových trzích (Tlusty M. 2004)

Jedná se o nejoblíbenější a nejlovenější rybu z řeky Rio Negro využívánou primárně pro okrasnou akvakulturu, na které vysoce závisí místní ekonomika(Andrews. 1990). V roce 2019 se podílela na celosvětovem trhu s akvarijními rybami 10 %, v celkové hodnotě 3,2 milionů dolarů. (Novák et al. 2021).

Její chov je také důležitý pro Indonézskou oblast kolem města Duloc, která se specializuje na umělý chov ryb včetně *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) a jejíž produkce se neustále zvyšuje a procesy produkce se zlepšují (Nurlaili at al. 2021).

Produkce ryb nebo pouze jejich odchyt přináší výrazné benefity pro okolí, jelikož finance získané lovem podporují rozvoj a ochranu samostatného ekosystému, zachování místních tradic a zabraňuje migraci mladých lidí do větších měst z důvodu nedostatku pracovních příležitostí, které zde díky produkci ryb jsou. Nejsou zde vytvářeny doly, nejsou zde vypalovány pralesy a místo toho se zachovává krajina tak, jak zde původně byla (Tlusty, 2002; Evers et al. 2018). V původní oblasti výskytu se však začíná objevovat problém, a to trend zvyšujícího se vývozu z oblasti Asie, který v důsledku způsobuje pokles exportu z Jižní Ameriky. Poslední data ukazují sestupný posun na hodnotě prodaných ryb ze 3 milionů amerických dolarů v roce 2006 na 1,5 milionů amerických dolarů v roce 2010 (Evers et al. 2018).

Jak již bylo zmíněno, rod *Paracheirodon* obsahuje tři druhy. Prvním objeveným druhem z těchto tří se stal *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), přičemž teprve po objevu *Paracheirodon simulans* (Géry, 1960) ve výzkumu Weitzman & Fink (1983) byl poprvé vytvořen rod *Paracheirodon*, kam byly spolu zařazeny *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), *Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956)* a *Paracheirodon simulans* (Géry, 1960) na základě morfologických dat. Dle výzkumu Bittencourt et al. (2019) je příbuznost potvrzená i geneticky, která ukazuje na blízkou příbuznost druhů rodu *Paracheirodon*, zvláště druhů *P. axelrodi* (*Schultz, 1956*) a *P. innesi* (Myers, 1936), viz obrázek 12.

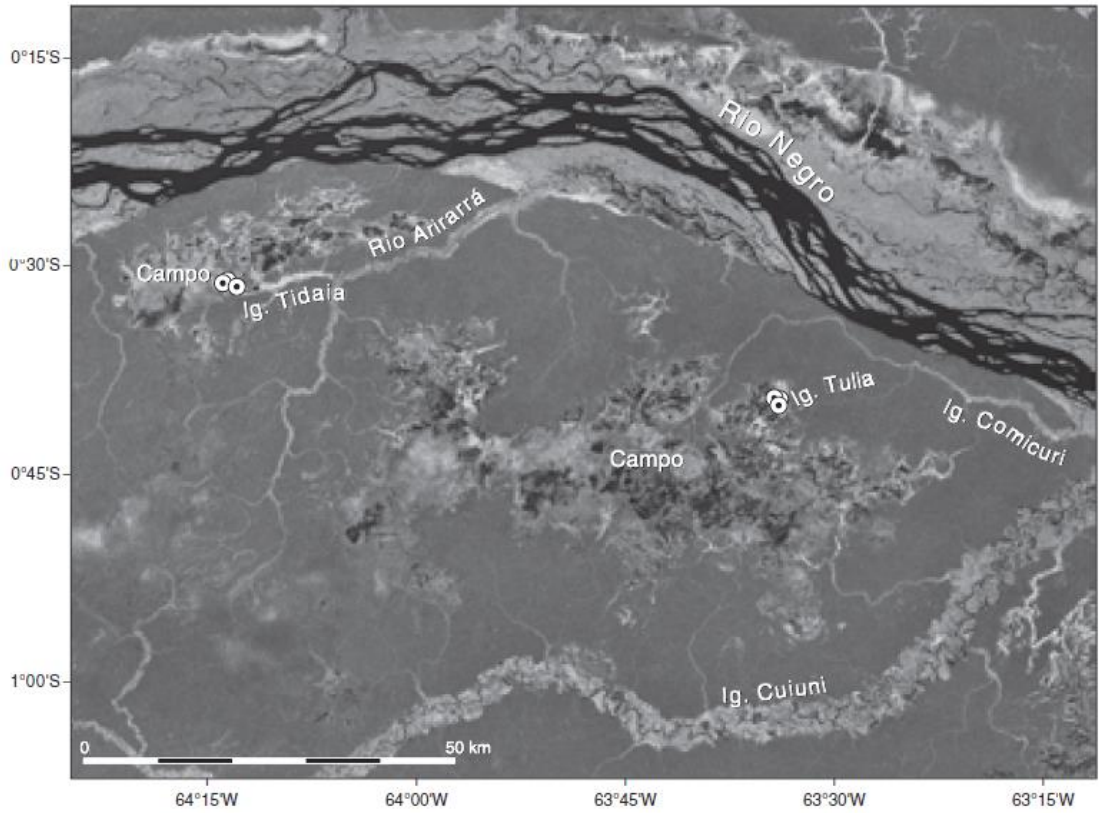


Obrázek 12: Příbuznost druhů rodu *Paracheirodon* (Bittencourt at al. 2019).

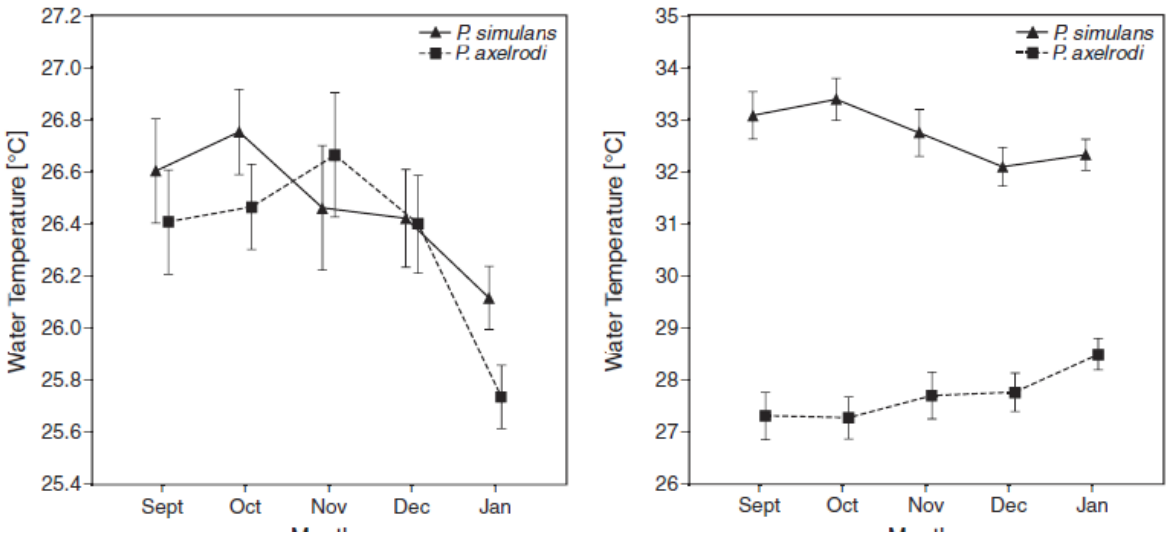
Podobné prostředí jako *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) obývá i *Paracheirodon simulans* (Géry, 1960), se kterými však přímo nesdílí své přirozené prostředí (viz. obrázek 13). *P. simulans* (Géry, 1960) se nachází výše po toku, jejich prostředí má běžnou hloubku průměrně 15 - 60 cm, průměrná hloubka se pohybuje kolem 35 cm, oproti tomu *P. axelrodi* (Schultz, 1956) obývá prostředí s hloubkou 15 - 120 cm, průměr hloubky prostředí bývá 55 cm (Marshall et al. 2015).

Tyto rozdíly mají významný vliv na následnou teplotu vody, kdy mělčí prostředí se ohřívá nebo chladne rychleji a má větší výkyv teplot. To se projevuje v teplotní toleranci ryb, která se u obou druhů liší, u *P. axelrodi* (Schultz, 1956) se ideální teplota pohybuje v rozmezí 25 - 30 °C, u *P. simulans* (Géry, 1960) se pohybuje mezi 25 - 35 °C (Campos et al. 2015), viz obrázek 14.

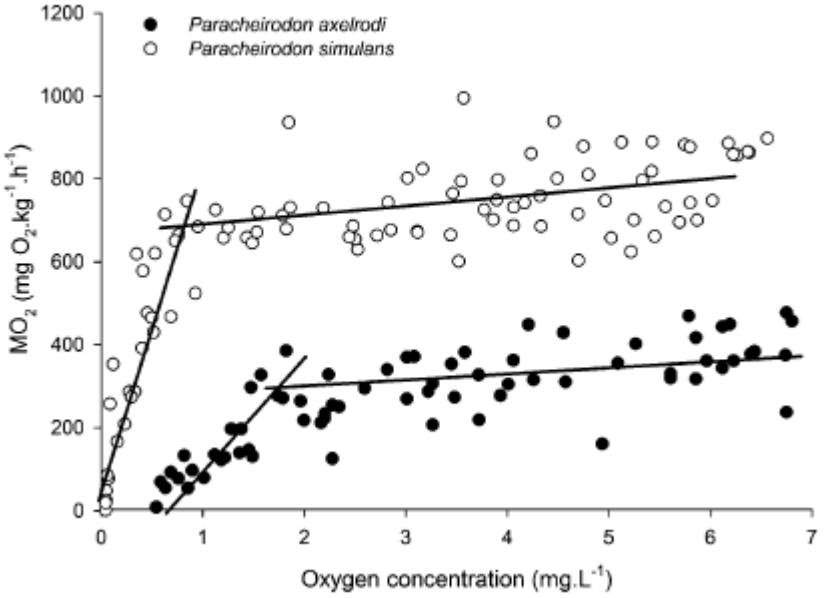
S tím souvisí i požadované koncentrace kyslíku mezi oběma druhy, který poukazuje na vyšší náročnost *P. simulans* (Géry, 1960) oproti *P. axelrodi* (Schultz, 1956), viz obrázek 15. Z toho vyplývá, že P. simulans má větší toleranci k vyšším teplotám díky rychlejšímu metabolismu, což se však projevuje větší spotřebou kyslíku, tedy i potřebou mít větší obsah O_2 ve vodě a následně i kratším životem (Stillman. 2002; Tewksburry et al. 2008).



Obrázek 13: Mapa ukazující porovnání výskytu *P. simulans* (Géry, 1960) - bílé tečky vlevo a *P. axelrodi* (Schultz, 1956) - bílé tečky vpravo (Marshall et al. 2011).



Obrázek 14: Grafy porovnávající naměřené teplotní údaje porovnávající druhy *P. axelrodi* (Schultz, 1956) a *P. simulans* (Géry, 1960) (Marshall et al. 2011).



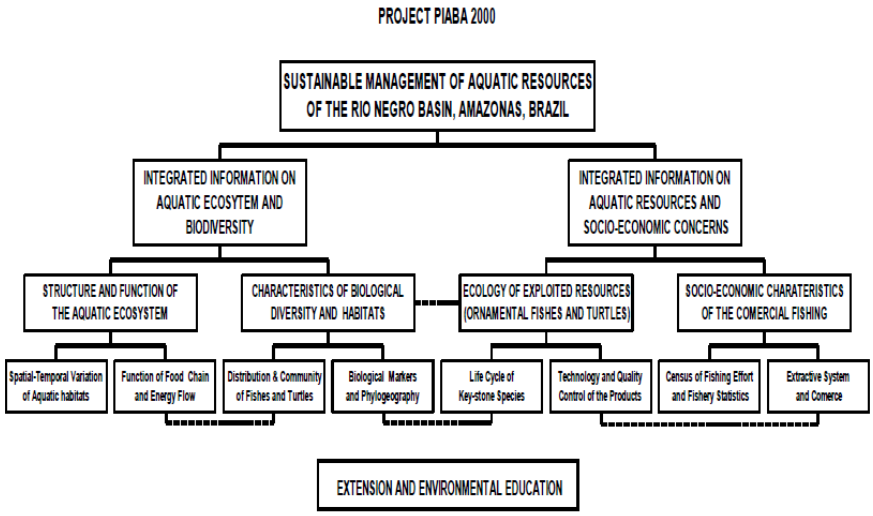
Obrázek 15: Porovnání druhů *P. axelrodi* a *P. simulans* na objem kyslíku ve vodě (Campos et al. 2015).

Paracheirodon axelrodi (Schultz, 1956) je důležitý vývozní artikl z oblasti podél Rio Negro. Z této oblasti se ročně vyveze přes 30 milionů ryb ročně s cenou přes 3 miliony amerických dolarů (Chao et al. 2001). Odchyt ryb za účelem exportu v těchto oblastech je natolik výrazný zdroj příjmu oblasti, že je důležité zachování druhu a jeho ochrana a udržitelný lov tak, aby nadměrný lov nezpůsobil vymizení druhu a zároveň i zdroj přijmu oblasti (Tlusty. 2004; Evers et al. 2019). Díky ročnímu až dvouročnímu životnímu cyklu ryb se množí poměrně rychle a jejich stavy se tak dobře doplňují (Chao et al. 2001). To žene produkci ryb *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) k tomu, aby nebyl využíván pouze jeden velký zdroj, jehož narušení by bylo pro trh fatální nejen pro trh, ale i ekosystém. Také i z toho důvodu vznikl další velký producent, a to samotný stát Indonésie, který využívá své řeky k chovu exotických ryb, včetně tohoto druhu (Nurlaili et al. 2021). V roce 2014 bylo vyprodukováno skoro 6 milionů jedinců *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) s hodnotou 25 milionů dolarů (Novak et al. 2020; Nurlaili et al. 2021).

Project Piaba

Projekt Piaba je snaha vědců o zachování rybí diverzity ve středním toku řeky Rio Negro, a to díky snaze o udržitelnému rybolovu rybí populace. Rybolov je ekonomický motor celého regionu, přičemž během lovu není výsledkem pouze maso, ale i živé okrasné ryby na export (Chao & Prang. 1997). Projekt začal ekologickou studií v roce 1989, které se účastnili vědci a studenti z Amazonské univerzity (Universidade do Estado do Amazonas), Národního

institutu Amazonského výzkumu (Manaus and the National Institute of Amazonian Research) z Manausu, na základě které se zdokumentovala důležitost obchodu s rybami pro tuto oblast (Evers et al. 2018). Projekt odhaluje nejenom vliv lidské činnosti a její možné důsledky, ale také upozorňuje na ekologická nebezpečí a změny klimatu, které mohou významně ovlivnit fungování celého zdejšího ekosystému. Například klimatický jev El Niño který může mít významný vliv na rybí diverzitu, ale také i na nivní části řek a rybolovu v něm (Chao et al. 2001). Základ úspěchu celého projektu spočívá v několika bodech, kterými je projekt definován. Ve zkratce jde o pochopení celého ekosystému, prozkoumání možných nemocí, na které se může během celého procesu narazit a případná příprava karanténních postupů, informovat a edukovat místní rybáře a veřejnost, které se mohou k celému procesu dostat a podobně (Chao & Prang. 1997) (schématická struktura Obrázek 16).



Projeto Piaba 2000 (PRONEX) – an organogram illustrates the processes of integrating eight study areas.

Obrázek 16 : Popis funkce projektu Pijaba a jeho snahy o ochranu fauny (Chao & Prang. 1997).

4 Závěr

Danio rerio (Hamilton, 1822) a *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) jsou drobné rybky z tropických oblastí, žijící v hejnech (Harper & Lawrence. 2010; Bittencourt et al. 2019), Danio dorůstá délky 40 mm (Spence et al. 2007), neonka jen 30 mm (Tovar et al. 2009). Dánio je původem z Indického poloostrova, konkrétně severovýchodní části Indie, Bandgladéše a Nepálu (Spence at al. 2007), zatímco neonka obývá střední tok řeky Rio Negro, její přítoky a část řeky Rio Orinoco (Walker. 2004; Marshall et al. 2011; Evers et al. 2018). Dánio se vyskytuje primárně ve stojatých vodách - tůních, rýžovištích či kanálech, případně v pomalu tekoucích řekách (Delaney et al. 2002; Vargesson. 2007) s bahnitým až kamenitým dnem (Engeszer et al. 2007), zatímco neonky žijí v pomalu tekoucích a chladných vodách řeky, a v dočasně zatopených částech pralesa, pravděpodobným indikátorem pro výskyt druhu je přítomnost palem *Leopoldinia pulchra* (Prang. 2002; Walker. 2004; Marshall et al. 2011; Evers et al. 2018). Na dánia i neonky působí období dešťů (Harper & Lawrence. 2010; Belger et al. 2011), na které mají navázané rozmnožování. Neonky během záplav migrují do zatopených částí pralesa, či proti proudu řeky (Campos et al. 2017), zatímco u dánií není migrace evidována. Dánio se v přirozeném prostředí živí primárně zooplanktonem a hmyzem, dále také fytoplanktonem, vláknitými řasami, nebo kousky cévnatých rostlin (Spence et al. 2007; Harper & Lawrence. 2010; Reed & Jennings, 2011; Arunachalam et al. 2012), neonka loví hlavně korýše (perloočka a klanonožce), dále pak jako dánio, zooplanktonem a v případě nepřízně živé potravy i řasami (Walker. 2004; Marshall. 2016). Oba druhy požírají své jikry a juvenilní stádia (Harper & Lawrence. 2010; Kucharczyk et al. 2010). Dánio a neonka se ve volné přírodě dožívá pouze jedné sezony (Chao et al. 2001; Walker I. 2004; Spence et al. 2007; Kanuga et al. 2011), oba druhy se třou při východu slunce, po změně chemismu vody způsobené povodněmi (Spence at al. 2006; Lawrence. 2007; Marshal et al. 2011). Základ tření je v obou případech podobný, ryby se nastimulují změnou vody s odlišnými parametry imitující náhlý příval dešťů, dospělci musí být odděleni od jiker (Lawrence. 2007; Kucharczyk et al. 2010; Reed et al. 2011; Varga. 2011; Tsang at al. 2014). Toto platí hlavně u dánia, neonka kromě těchto podmínek má ještě vyšší nároky na kvalitu vody - ke tření musí být voda kyselá, hodnotami podobná vodě z reverzní osmózy a musí být přidán výluh z listů, nebo rašeliny s antimykotickými účinky (Geisler & Anibal. 1986; Beltrão & Anjos. 2006; Kucharczyk et al. 2010; Nurhidayat et al. 2016). Dánio dosahuje pohlavní dospělosti ve věku zhruba 3. měsíců po oplození, neonka už v 2. měsíci (Gomes et al. 2003; Spence et al. 2007; Reed & Jennings. 2011; Aleström et al. 2020)

Dánio se využívá v okrasné akvaristice, a je důležitým laboratorním živočichem (Spence et al. 2007; Arunachalam et al. 2012; Collymore et al. 2015; Alestöm et al. 2019), neonka je oproti tomu jedním z nejdůležitějších a nejprodávanějších ryb akvarijního trhu (Andrews. 1990; Evers et al. 2018; Novak et al. 2020; Nurlaili at al. 2021).

Dánio i neonka se využívají v okrasné akvakultuře, neonka patří mezi nejprodávanější ryby akvarijního trhu, Dánio se využívá navíc i jako modelový organismus a jeho význam je srovnatelný například s laboratorní myší, nebo potkanem (Goldsmith & Solari. 2003; Spence et al. 2007; Harper & Lawrence. 2010; Arunachalam et al. 2012; Novak et al. 2021).

5 Literatura

Andrews C. 1990. The ornamental fish trade and fish conservation. Journal of fish biology, **37(A)**: 53 - 59.

Aleström P, D'Angelo L, Midtlyng P.J, Schorderet, Schulte-Merker S, Sohm F, Warner S 2020. Zebrafish: Housing and husbandry recommendations. Laboratory animals, **54(3)**: 1 - 12.

Arunachalam M, Raja M, Vijayakumar Ch, Malaiammal P, Mayden R. L. 2012. Natural history of zebrafish (Danio rerio) in India. Zebrafish **10(1)**: 1 - 14.

Aoyama Y, Moriya N, Tanaka S, Taniguchi T, Hosokawa H, Maegawa S. 2015. A Novel Method for Rearing Zebrafish by UsingFreshwater Rotifers (Brachionus calyciflorus). Zebrafish **12(4)**: 1 – 8.

Beheregaray L. B, Möller L. M, Schwartz T. S, Chao N. L, Caccone A. 2004. Microsatellite markers for the cardinal tetra Paracheirodon axelrodi, a commercially important fish from central Amazonia. Molecural Ecology Notes, **4(3)**: 330 – 332.

Belger L, Forsberg B. R, J. M. Melack J. M. 2011. Carbon dioxide and methane emissions from interfluvial wetlands in the upper Negro River basin, Brazil. Biogeochemistry, **105(1)**: 171 - 183.

Beltrão H, Anjos C. R. 2006. Reproductive biology and embryonic and larval development of the „Cardinal tetra", Paracheirodon axelrodi Schultz, 1956 (Characiformes: characidae), in laboratory. Boletim do Instituto de Pesca, **(32)2**: 151 – 160.

Beltrão H, Zuanon J, Ferreira E. 2019. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. ZooKeys **881**: 53 – 89.

Best J, Adatto I, Cockington J, James A, Lawrence Ch. 2010. A Novel Method for Rearing First-Feeding Larval Zebrafish: Polyculture with Type L Saltwater Rotifers (Brachionus plicatilis). Zebrafish, **7(3)**: 289 – 295.

Blaser R.E, Goldsteinholm K. 2012. Depth preference in zebrafish, Danio rerio: control by surface and substrat cues. Animal behaviour, **83**: 953 - 959.

Blaxter J. H. S. 1988. The hysiology of developing fish: eggs and larvae. Fish physiology. Academic press, San Diego. 1 – 58.

Bittencourt P. S, Machado V. N, Marshall B. G, Hrbek T, Farias I. P. 2019. Phylogenetic relationships of the neon tetras Paracheirodon spp. (Characiformes: Characidae: Stethaprioninae), including comments on Petitella georgiae and Hemigrammus bleheri. Neotropical Ichtiology, **18(2)**: 1 – 11.

Brito M. F. G, Bazzoli N. 2009. Oogenesis of the cardinal tetra Paracheirodon axelrodi Schultz (1956): a histological and histochemical study. Journal of Morphology Sciences, **26(1)**: 14 – 18.

Campos D. F, Jesus T. F, Kochhann D, Heinrichs-Caldas W., Coelho M. M & Almeida-Val V. M. 2017. Metabolic rate and thermal tolerance in two congeneric Amazon fishes: Paracheirodon axelrodi Schultz, 1956 and Paracheirodon simulans Géry, 1963 (Characidae). Hydrobiologia **789(1)**: 133 – 142.

Chao N. L, Prang G. 1997. Project Piaba - towards a sustainable ornamental fishery in the Amazon. Aquarium Sciences and Conservation, **1**: 105 – 111.

Chao N.L, Petry P, Prang G, Sonneschein L. and Tlusty M.F. 2001. The fishery, Diversity, and conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil – Project Piaba (1989-99). Editoria de Universidade do Amazonas, Manaus, Brazil. 164 - 204.

Chun S. J, Cui Y, Ahn Ch-Y. Oh H-M. 2017. Improving water quality using settleable microalga Ettlia sp. and the bacterial community in freshwater recirculating aquaculture system of Danio rerio. Water research **135**: 112 – 121.

Collymore Ch, Tolwan R.J, Rasmussen S. 2015. The behavioral effects of single housing and enviromental enrichment on adult zebrafish (Danio rerio). Journal of the American Associacion for Laboratory Animal Science, **54(3)**: 280 - 285.

Cooke G.K, Chao N.L, Beheregaray L.B. 2009. Phylogeograhy of a flooded forest specialist fish from central Amazonia based on intron DNA: the cardinal tetra Paracheirodon axelrodi. Freshwater biology, **54(6)**:1216 - 1232.

Cruz E. G, Gomez-Martinez E, Hurtado H. 2014. The effect of pH on oocyte ratio por Paracheirodon axelrodi kept in captivity. Orinoquia, **18(2)**: 25 - 37.

Cubbage C. C, Mabee P. M. 1996. Development of the cranium and paired fins in the zebrafish Danio rerio (Ostariophysi, Cyprinidae). Journal of Morphology, **229(2)**: 121 – 160.

Delaney M, Follet Ch, Ryan N, Hanney N, Lusk-Yablick J, Gerlach G. 2002. Social interactions and distribution of female zebrafish (Danio rerio) in a large aquarium. The Biological Bulletin, **203(2)**: 240 - 241.

Engeszer R. E, Patterson L.B, Rao A.A, Parichy D.M. 2007 Zebrafish in the wild: a review of natural history and new notes from the field. Zebrafish, **4(10)**: 21 - 38.

Evers H. G, Pinnegar J. K, Taylor M.I. 2018. Where are they all from? – sources and sustainability in ornamental freshwater fish trade. Journal of fish biology, **94(6)**: 909 - 916.

Farias M, Certal A. C. 2016. Different feeds and feeding regimens have an impact on zebrafish larval rearing and breeding performance. International journal of marine biology and research, **1(1)**: 1 - 8.

Fishbase.se. 2022. Fishbase.se Avaiable from: https://www.fishbase.se/photos/PicturesSummary.php?StartRow=0&ID=8195&what=species&TotRec=5 (accesed April 2022).

Fontana B. D, Müller T. E, Cleal M, de Abreu M. S, Norton W. H. J, Demin K. A, Amstislavskaya T. G, Petersen E. V, Kalueff A. V, Parker M. O, Rosemberg D. B. 2022. Using zebrafish (Danio rerio) models to understand the critical role of social interactions in mental health and wellbeing. Progress in Neurobiology, **208**: 1 – 13.

Fowler L. A, Williams M. B, Dennis – Cornelius L. N, Farmer S, Barry R. J, Powell M. L, Watts S. A. 2019. Influence of commercial and laboratory diets on growth, body composition, and reproduction in Zebrafish Danio rerio. Zebrafish **16(6)**: 508 – 521.

Geisler R. & Annibal S.R. 1986. Ecology of the cardinal tetra Paracheirodon axelrodi (Pisces, Characoidea) in the river basin of the Rio Negro/Brazil as well as breeding related factors. Animal Research and Development, **23**: 7 – 39.

Goldsmith P, Salari R. 2003. The role of Zebrafish in drug Discovery. Drug Discovery World, **Spring 2003**: 74 – 78.

Gomes L. D, Araujo – Lima C. A. R. M, Roubach R. 2003. Alevino – um termo equivocado na piscicultura Brasilera com conseqüências no setor productivo. Caderno de Ciência e tecnologia, **20(2)**: 353 – 359.

Gottwald M. 2016. Optimalizace chovu druhu Danio rerio (Hamilton, 1822) [MSc. Thesis]. Czech University of Life Sciences Prague, Prague.

Graham C, Von Keyserlingk M.A.G, Franks B. 2018. Zebrafish welfare: Natural history, social motivation and behaviour. Applied Animal Behaviour Science, **200**: 13 - 22.

Greenwood B, Mutabingwa T. 2002. Malaria in 2002. Nature, **415**: 670 – 672.

Harper, C. & Lawrence, C. 2011. The Laboratory Zebrafish. CRC Press. Florida.

Kanuga M.S, Benner M.J, Doble J.A, Wilson-Leedy J.G, Robinson B.D, Ingermann R.L. 2011. Effect of aging on male reproduction in Zebrafish. Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Psychiology, **315A(3)**: 156 - 161.

Kucharczyk D, Targońska K, Żarski D, Krejszeff S, Kupren K, Łuczyński M. J, Szczerbowski A. 2010. The reproduction of neon tetra, Paracheirodon innesi (Myers, 1936) under controlled conditions. Polish journal od natural sciences, **25(1)**: 81 – 92.

Latrubesse E.M. & Franzinelli E. 2005. The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: implication for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. Geomorphology **70**: 372 – 397.

Lawrence Ch. 2007. The husbandry of zebrafish (Danio rerio): a review. Aquaculture, **268(1-4)**: 1 - 20.

Lawrence Ch, Best J, James A, Maloney K. 2012. The effect of feeding frequency on growth and reproduction in zebrafish. Aquaculture, **368-369**: 103 - 108.

Lawrence Ch, Mason T. 2012. Zebrafish Housing systems: A review of basic operating principles and considerations for design and functionality. ILAR journal / National Research council, Institue of Laboratory Animal Resources **53(2)**: 179 - 191.

Liu Y, Meng F, Liu B, Huang Y, Wang Q, Zhang T. 2019. The complete mitochondrial genome of Paracheirodon axelrodi (characiformes: characidae) and phylogenetics studies of characiformes. Mitochondrial DNA part B, **4(2)**: 3824 - 3825.

Marshall B. G, Forsberg B. R, Hess L. L, Freitas C. E. C. 2011. Water temperature differences in interfluvial palm swamp habitats of Paracheirodon axelrodi and P. simulans (Osteichthyes: Characidae) in the middleRio Negro, Brazil. Ichthyological Exploration of Freshwaters, **22(4)**: 377 – 383.

Marshall B. G, Forsberg B. R, Thomé-Souza M, Peleja R, Moreira M. Z, Freitas C. E. C. 2016. Evidence of mercury biomagnification in the food chainof the cardinal tetra Paracheirodon axelrodi (Osteichthyes:Characidae) in the Rio Negro, central Amazon, Brazil. Journal of Fish Biology, **89(1)**: 220 – 240.

McClure M. 1999. Development and evolution of melanophore patterns in fishes of the genus Danio (Teleostei: Cyprinidae). Journal de Morphology, **241(1)**: 83 - 105.

McClure M.M, McIntyre P. B, McCune A. R. 2006. Notes on the natural diet and habitat of eight danionin fishes, including the zebrafish, Danio rerio. Journal of Fish Biology, **69(2)**: 553 – 570.

Mirande J. M. 2018. Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae (Teleostei, Characiformes). Cladistics, **35(3)**: 282 – 300.

Murakami M. 1975. Analysis of summer monsoon fluctuations over India. Meterological research institute, Tokyo **(54)1**: 15 - 30.

Novak J, Kalous L, Patoka J. 2020. Modern ornamental aquaculture in Europe: early history of freshwater fish imports. Reviews in aquaculture, **12(4)**: 2044 - 2060.

Novak J, Magalhães A. L. B, Faulkes Z, Yonvitner, Macedo – Veiga A, Dahanukar N, Kawai T, Kalous L, Patoka J. 2021. Ornamental aquaculture significantly affected by the "Czech aquarium phenomenon". Aquaculture, **(2021)**: 1 – 57.

Nurhidayat, Wardin L, Sitorus E. 2016. The survival and growth performance of juvenile cardinal tetra (Paracheirodon axelrodi) with application of tropical almond (Terminalia catappa) leaves. Nusatra Bioscience, **8(1)**: 1 - 4.

Nurlaili, Hikmah, Wijaya R.A, Huda H.M. 2021. Potential and problems of ornamental fish farming development in Depok City (case study: neon tetra, cardinal and red nose ornamental fish farmer in Bojongsari District). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, **718(3)**: 1 - 11**.**

Petersen R. J. 1993. Composite reverse osmosis and nanofiltrarion membranes. Journal of membrane science, **83(1)**: 81 - 150.

Prang G. 2002. A caboclo society in the middle rio Negro Basin: ecology, economy, and history of an ornamental fishery in the State of Amazonas, Brazil. [PhD. Thesis]. Wayne State University, Detroit.

Reed B, Jennings M. 2011. Guidance on the housing and care of zebrafish, Danio rerio. Research Animals Department Science Group RSPCA, Wilberforce Way, Southwater, Horsham, West Sussex, RH13 9RS.

Schaefer S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of Neotropical cascudinos (Siluroidea: Loricariidae). In: Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes (Eds L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena & C.A.S. Lucena). 375 – 400.

Spence R, Smith C. 2004. Male territoriality mediates density and sex ratio effects on oviposition in the zebrafish, Danio rerio. Animal behaviour **69(6)**: 1317 – 1323.

Spence R, Fatema M. K, Ellis S, Ahmed Z. F, Smith C. 2006. Journal of fish biology, **71(1)**: 304 - 309.

Spence R., Gerlach G., Lawrence C. Smith C. 2007. The behaviour and ecology of the zebrafish, Danio rerio. Biological Reviews. **83(1)**: 1 - 22.

Stillman J. H. 2002. Causes and consequences of thermal tolerance limits in rocky intertidal porcelain crabs, genus Petrolisthes. Integrative and Comparative Biology, **42**: 790 – 796.

Stohler R. A, Curtis J, Minchella D. J, 2004. A comparison of microsatellite polymorphism and heterozygosity among field and laboratory populations of Schistosoma mansoni. International Journal for Parasitology, **34(5)**: 595 – 601.

Sundin J, Morgan R, Finnøen M. H, Dey A, Sarkar K, Jutfelt F. 2019. On the observation of wild zebrafish (Danio rerio) in India. Zebrafish **16(6)**: 546 - 553.

Tewksburry J. T, Huey R. B, Deutsch C. A. 2008. Putting the heat on tropical animals. Science, **320(5881)**: 1296 – 1297.

Tlusty M. 2002. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. Aquaculture, **205(3-4)**: 203 - 219.

Tlusty M. 2004. Ornamental aquaculture. Small scale of production does not automatically mean smal scale of impact. Ornamental Fish International, **46**: 6 – 9.

Tovar O, Obando M, Goméz – Martinéz E, Caldas M, Hurtado H. 2009. Histology and morphometry of the in the freshwater Paracheirodon axelrodi (Characiformes: Characidae). Revista de biologia tropical, **57(4)**, 1107 – 1118.

Tsang B, Zahid H, Ansari R, Lee R. Chi-Y, Partap A, Gerlai R. 2017. Breeding zebrafish: a review of different methods and discussion on standartization. Zebrafish **14(6)**: 561 - 573.

Unicef. 2005. World malaria report. Global Malaria Programme, 1-294.

Varga Z. M. 2011. Chapter 24 - Aquaculture and Husbandry at the Zebrafish International Resource Center. Methods in Cell Biology, **104**: 453 - 478.

Vargesson N.A. 2007. Zebrafish. Manual of Animal Technology, chapter 12. Blackwell Publishing Ltd: Oxford, UK. 1 – 19.

Vazzoler A. E. M. 1996. Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. Maringá: EDUEM. São Paulo. 169.

Walker I. 2004. The food spectrum of the cardinal – tetra (Paracheirodon axelrodi, Characidae) in its natural habitat. Acta Amazonica, **34(1)**: 69 - 74.

Ward R.D, Woodwark M, Skibinski D.O.F. 1994. A comparison of genetic diversity levels in marine, freshwater, and anadromous fishes. Journal of Fish Biology, **44**: 213 – 232.
Weitzman S. H, Fink W. L. 1983. Relationships of the neon tetras, a group of South American freshwater fishes (Teleostei, Characidae), with comments on the phylogeny of New World characiforms. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, **150(6)**: 339 – 395.

Wixon J. 2000. Featured organism: Danio rerio, the zebrafish. Yeast, **17(3)**:225 - 231.